

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

CELSO PROSDOSSIMO

**CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE UMA ESCOLA DE  
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA  
2014

CELSO PROSDOSSIMO

**CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE UMA ESCOLA DE  
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção de título de Especialista no Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, do Programa de Pós-graduação do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

CURITIBA  
2014

**CELSO PROSDOSSIMO**

**CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO EM AMBIENTES DE UMA ESCOLA DE  
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

---

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai (Orientador)  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. Dr. Adalberto Matoski  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

---

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara  
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba  
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

## DEDICATÓRIA

À minha pequena grande família, que é a razão do meu esforço e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai por mostrar-se sempre disposto a ajudar.

À minha querida esposa Juliana, por estar sempre apoiando e incentivando para alcançar os resultados desejados.

Aos meus filhos, Adja e Alex, por serem a inspiração e motivação para conquistar objetivos.

Aos professores do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho por contribuírem para o meu aprendizado e crescimento profissional.

Aos colegas de curso pela amizade e incentivos demandados durante todo este processo de construção de conhecimento.

Aos colegas meus colegas de trabalho da Escola de Educação Profissional pelo apoio e compreensão de todo o processo.

## RESUMO

A temática iluminação de ambientes sempre foi uma das preocupações da humanidade desde seus tempos mais remotos. Hoje em dia é amplamente discutida nos diversos setores da engenharia. As condições de iluminação do ambiente e do posto de trabalho devem proporcionar bem estar ao trabalhador, de forma a melhorar a sua produtividade. Um ambiente de trabalho agradável começa pela iluminação, e este conforto é requerido visto que a vida moderna faz com que a maioria dos trabalhadores passe em torno de oito horas diárias ou mais no local de trabalho. É de suma importância a avaliação das condições de iluminação dos postos de trabalho dos ambientes, pois a legislação vigente exige que se tenha iluminação natural ou artificial adequada para as tarefas a serem realizadas. O objetivo geral desta monografia é analisar os níveis de iluminação em três ambientes específicos de uma Escola de Educação Profissional e comparar os valores obtidos com os valores de referência estabelecidos pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. A metodologia adotada é caracterizada como uma pesquisa de campo e durante sua execução foram realizados três estudos de ambientes com abordagem quantitativa. Em todos os ambientes avaliados observou-se que existem pontos onde os valores de iluminância medidos estão abaixo do valor recomendado pela norma. Em função disso, estes locais apresentam risco de ocorrer acidentes de trabalho e, em tarefas que exigem concentração e elevada acuidade visual, podem levar a um esforço visual estressante e desconfortável. No intuito de adequar estes ambientes são propostas recomendações como reestudo do projeto de iluminação, instalação de iluminação localizada, reestudo de layout, entre outros.

**Palavras-chave:** Iluminação. Iluminância. Riscos de Acidente. Escola de Educação Profissional.

## ABSTRACT

The concerns of light and environments has always been an important issue for mankind from its earliest times. Nowadays it is widely discussed in multiple Engineering areas. The working place and the environment's lighting conditions should provide welfare to the working person in order to improve his/her productivity. A pleasant working environment begins with the appropriate lighting, this comfort is required since modern life means that most workers pass around eight hours or more at work. It is extremely important to review and to evaluate the lighting conditions of working environments, as the actual legislation requires one to have adequate natural or artificial lighting to perform his/her activities. The main objective of this monograph is to analyze lighting levels in three specific environments of a Professional Education School and compare the obtained values with the reference values established by ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. The chosen methodology is characterized as a field research and during the execution three environment studies were conducted using a quantitative approach. In all evaluated environments was observed that there were specific places where the illuminance measured values were below the recommended value by the ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. As a result, these sites are running the risk of placing accidents and tasks wich require concentration and high visual acuity can lead to a stressful and uncomfortable eyestrain. Recommendations are proposed in order to adequate these environments such as redesigning lighting project, installation of located lighting, layout restudy, among others.

**Keywords:** Lighting. Illuminance. Accident risks. Professional Education School.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Iluminância da área da tarefa e do entorno imediato.....	18
TABELA 2 - Especificações técnicas das lâmpadas fluorescentes tubulares .....	22
TABELA 3 - Organização do trabalho .....	24
TABELA 4 - Especificações técnicas das lâmpadas fluorescentes compactas de alta potência branca . .....	30
TABELA 5 - Valores estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 que se aplicam a sala dos técnicos .....	34
TABELA 6 - Avaliação dos níveis de iluminamento na sala dos técnicos .....	36
TABELA 7 - Valores estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 que se aplicam a sala de aula.....	38
TABELA 8 - Avaliação dos níveis de iluminamento na sala de aula .....	40
TABELA 9 - Valores estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 que se aplicam a oficina de retífica e eletroerosão.....	43
TABELA 10 - Avaliação dos níveis de iluminamento na oficina de retífica e eletroerosão .....	45



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Definição de candela .....	11
FIGURA 2 - Leiaute da sala dos técnicos .....	22
FIGURA 3 - Leiaute da sala de aula .....	26
FIGURA 4 - Leiaute da oficina de retífica e eletroerosão .....	29
FIGURA 5 - Altura das luminárias da oficina de retífica e eletroerosão .....	29
FIGURA 6 - Sala dos técnicos em 3D.....	35
FIGURA 7 - Leiaute da sala dos técnicos em 2D com a identificação dos pontos de medição .....	35
FIGURA 8 - Leiaute da sala de aula em 3D.....	39
FIGURA 9 - Sala de aula em 2D com a identificação do pontos de medição .....	39
FIGURA 10 - Sala de aula onde o arranjo é desconhecido e a faixa margina de largura 0,5 m é ignorada .....	42
FIGURA 11 - Leiaute da oficina de retífica e eletroerosão em 3D.....	44
FIGURA 12 - Leiaute da oficina de retífica e eletroerosão em 2D com a identificação do pontos de medição .....	44

## LISTA DE SIGLAS

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
NR	Norma Regulamentadora
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i> - Fibra de Média Densidade
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
1.1. OBJETIVOS .....	8
1.1.1. Objetivo Geral .....	8
1.1.2. Objetivos Específicos.....	8
1.2. JUSTIFICATIVAS.....	8
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>10</b>
2.1. GRANDEZAS E UNIDADES FOTOMÉTRICAS .....	10
2.1.1. Fluxo Luminoso.....	10
2.1.2. Intensidade Luminosa.....	10
2.1.3. Iluminância.....	11
2.1.4. Luminância ou Brilho de Uma Superfície .....	11
2.2. CONFORTO VISUAL.....	12
2.3. TIPOS DE ILUMINAÇÃO .....	13
2.3.1. Iluminação Natural .....	13
2.3.2. Iluminação Artificial .....	13
2.4. SEGURANÇA DO TRABALHO.....	14
2.5. ACIDENTE DE TRABALHO.....	14
2.5.1. Acidente de Trabalho Envolvendo Iluminação Inadequada .....	14
2.6. PESQUISAS APLICADAS EM AVALIAR E PROPOR SOLUÇÕES PARA RESOLVER PROBLEMAS DE ILUMINAÇÃO.....	15
2.7. LEGISLAÇÃO VIGENTE E NORMAS NACIONAIS QUE ABORDAM ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO .....	17
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>19</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	19
3.2. MISSÃO E VISÃO DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL.....	19
3.2.1. Missão.....	20
3.2.2. Visão .....	20
3.3. ESCOLHA DO AMBIENTE .....	20
3.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E OPERACIONAL DO AMBIENTE .....	20
3.4.1. Caracterização Física do Ambiente Sala dos Técnicos de Ensino .....	21
3.4.2. Caracterização Operacional do Ambiente Sala dos Técnicos de Ensino .....	23
3.4.3. Caracterização Física do Ambiente Sala de Aula .....	25
3.4.4. Caracterização Operacional do Ambiente Sala de Aula.....	26
3.4.5. Caracterização Física do Ambiente Oficina de Retífica e Eletroerosão.....	28
3.4.6. Caracterização Operacional do Ambiente Oficina de Retífica e Eletroerosão .....	30
3.5. IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO UTILIZADO NA COLETA DE DADOS.....	31
3.6. PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS.....	32
3.7. ESTRATÉGIA DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....	33

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>34</b>
4.1. SALA DOS TÉCNICOS.....	34
4.2. SALA DE AULA.....	37
4.3. OFICINA DE RETÍFICA E ELETROEROSÃO.....	43
<b>5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>47</b>
5.1. CONCLUSÕES.....	47
5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	48
5.4. FUTURAS PESQUISAS .....	48
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>
ANEXO 1 .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

A luz, recurso natural e essencial para o desenvolvimento das civilizações de todos os tempos, tem o dom de instigar a curiosidade e a imaginação humana com sua onipresença. O ser humano depende da luz como forma de viabilizar sua própria existência e a busca por seu domínio visa garantir a independência da providência divina. Em muitas civilizações antigas a luz era considerada “uma dádiva sobrenatural” (BERNARDO, 2009 apud PAIS, 2011, p.1).

Nos dias atuais, a luz representa um importante facilitador na correta realização de atividades profissionais, facilita e promove a interação entre as equipes, permite obter maior segurança nos processos, além de respeitar a fisiologia do corpo humano, que necessita de clareza para desempenhar suas funções com maior conforto, exceto, logicamente, os profissionais com deficiência visual. Todos estes aspectos favorecem a saúde dos indivíduos e podem também ser replicados na vida pessoal, pois nela também são essenciais a segurança nas atividades, a interação com as pessoas e familiares e o bem-estar físico causado por uma iluminação adequada. “A utilização de fontes de luz adequadas permite criar uma ambiência luminosa correta, respeitando a saúde e o conforto visual. Em resumo: *luz é vida*”. (ADENE, 2009 apud PAIS, 2011, p.1).

Iluminação é um fenômeno físico resultante da exposição de uma fonte de luz em um ambiente que pode absorver ou refletir tornando-se visível. A luz, na forma como conhecemos, compreende uma faixa de comprimentos de onda (radiação eletromagnética), que se situa entre o infravermelho e o violeta. Pode ser caracterizada em três grandezas físicas básicas que são: brilho (ou amplitude), cor (ou frequência) e polarização (ou ângulo de vibração). A fonte mais familiar de luz visível é o Sol, que emite radiação através de todo o espectro eletromagnético, mas sua radiação mais intensa está na região que definimos como visível, e a intensidade radiante tem valor de pico em um comprimento de onda de cerca de 550 nm. Esse fato induziu a teoria de que nossos olhos, ao longo de toda evolução se adaptaram ao espectro do Sol. (CASSOL, 2009, p.28)

Segundo Pilotto Neto (1980 apud ALMEIDA, 2003, p.13), “a visão representa, possivelmente, a mais importante fonte de contato do ser humano com o ambiente que o rodeia, e a principal forma de percepção das informações.” Para Pais (2011,

p.1), “mais de 80% da nossa aprendizagem é feita através da nossa visão e, muitas vezes, só conseguimos acreditar em alguma coisa, quando a conseguimos ver”.

As condições de iluminação do ambiente e do posto de trabalho devem proporcionar bem estar ao trabalhador, de forma a melhorar a sua produtividade. “Fazer alguém realizar o seu trabalho com o máximo de satisfação e de interesse gera resultados positivos e concretos sobre a produtividade.” (ALMEIDA, 2003, p.1). Um ambiente de trabalho agradável começa pela iluminação, visto que a vida moderna faz com que a maioria dos trabalhadores passe em torno de oito horas diárias ou mais no local de trabalho. “A iluminação do posto de trabalho é um importante fator que contribui diretamente para a segurança, saúde, bem estar e conforto do trabalhador.” (PAIS, 2011, p. iv). “Alterando apenas a iluminação, é possível criar ambientes com condições propícias para estimular diferentes comportamentos tais como criatividade, concentração e relaxamento”. (CASSOL, 2009, p.1).

Sendo assim, é de suma importância a avaliação, através de medições em campo, das condições de iluminação dos postos de trabalho nos ambientes, pois a legislação vigente exige que se tenha iluminação natural ou artificial adequada para as tarefas a serem realizadas. A legislação estabelece não só quantidade, mas também qualidade, pois a luz deve ser uniformemente distribuída e difusa a fim a evitar ofuscamento. Os sistemas de iluminação instalados nos ambientes de trabalho necessitam serem avaliados, pois somente desta forma será possível detectar os problemas e possíveis falhas que possam estar causando deficiências na iluminação e, assim, propor melhorias para adaptação às normas e, conseqüentemente, trazer benefícios de bem estar e conforto ao trabalhador.

É preocupando-se em analisar e avaliar as condições atuais dos ambientes de trabalho e com o intuito de propor medidas que possam levar a solução dos problemas existentes o presente estudo é desenvolvido.

A monografia está estruturada em cinco capítulos. Este primeiro capítulo tem a finalidade de definir o tema central e a pergunta da pesquisa, assim como apresentar os objetivos e a justificativa do estudo.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico sobre as questões que envolvem a iluminação dos ambientes de trabalho, suas implicações na saúde e segurança dos trabalhadores e a legislação em vigor.

O capítulo 3 apresenta de forma sucinta a empresa na qual foi desenvolvido o caso em estudo e trata da metodologia em suas diversas etapas para o desenvolvimento da pesquisa. O capítulo 4 discute os principais resultados encontrados durante a realização da pesquisa e sugere algumas recomendações a serem aplicadas. No capítulo 5 fazem-se as conclusões e considerações finais, reforçando a relevância do tema. Além disso, apresenta sugestões para futuras pesquisas.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral desta monografia é analisar os níveis de iluminação em três ambientes específicos de uma Escola de Educação Profissional e comparar os valores obtidos aos valores de iluminância mantida recomendados pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

Esta monografia tem os seguintes objetivos específicos:

- Demonstrar para as pessoas que trabalham nestes ambientes como estão as condições de iluminação;
- Propor melhorias a serem aplicadas quando os resultados não atenderem aos valores normalizados;
- Expor que problemas de saúde ocupacional que podem vir a ocorrer em condições de iluminação inadequada.

## 1.2. JUSTIFICATIVAS

O tema é de extrema relevância ao se considerar saúde e segurança ocupacional e justifica-se no sentido de tornar-se uma fonte de informações para os trabalhadores desta escola, além de servir para alertar sobre os riscos de acidentes que podem ocorrer e os danos e desconfortos que podem causar na saúde em

função da iluminação inadequada. Além disso, propor medidas que possam levar a soluções dos problemas relacionados à falta de iluminação adequada nos ambientes e adequação destes às normas e legislações vigentes.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente referencial teórico apresenta e discute os conceitos centrais deste estudo: grandezas e unidades fotométricas, conforto visual, tipos de iluminação, segurança do trabalho, acidente de trabalho, pesquisas aplicadas em resolver problemas de iluminação e legislação vigente e normas nacionais que abordam iluminação de ambientes de trabalho. Este capítulo visa apresentar o referencial teórico que dará suporte a discussão dos resultados da pesquisa de campo.

### 2.1. GRANDEZAS E UNIDADES FOTOMÉTRICAS

As principais grandezas e unidades fotométricas apresentadas a seguir tem a finalidade definir alguns dos termos técnicos empregados na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013.

#### 2.1.1. Fluxo Luminoso

Representa a potência luminosa emitida de uma fonte de luz, por segundo, em todas as direções. “A unidade do fluxo luminoso é o lúmen (lm), que tem origem na multiplicação da unidade candela pelo ângulo sólido esterradiano (cd·sr).” (CASSOL, 2009, p.29).

#### 2.1.2. Intensidade Luminosa

A unidade utilizada para se medir intensidade luminosa é o candela (cd). Define-se candela como “a intensidade luminosa, numa dada direção de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência  $540 \times 10^{12}$  Hz e cuja intensidade energética nessa direção é 1/683 watt por esterradiano” (CASSOL, 2009, p.28). A figura 1 representa esta definição. Em outras palavras, é o quociente do fluxo luminoso que sai da fonte e se propaga em um elemento de ângulo sólido, contendo a direção dada e o elemento de ângulo sólido.

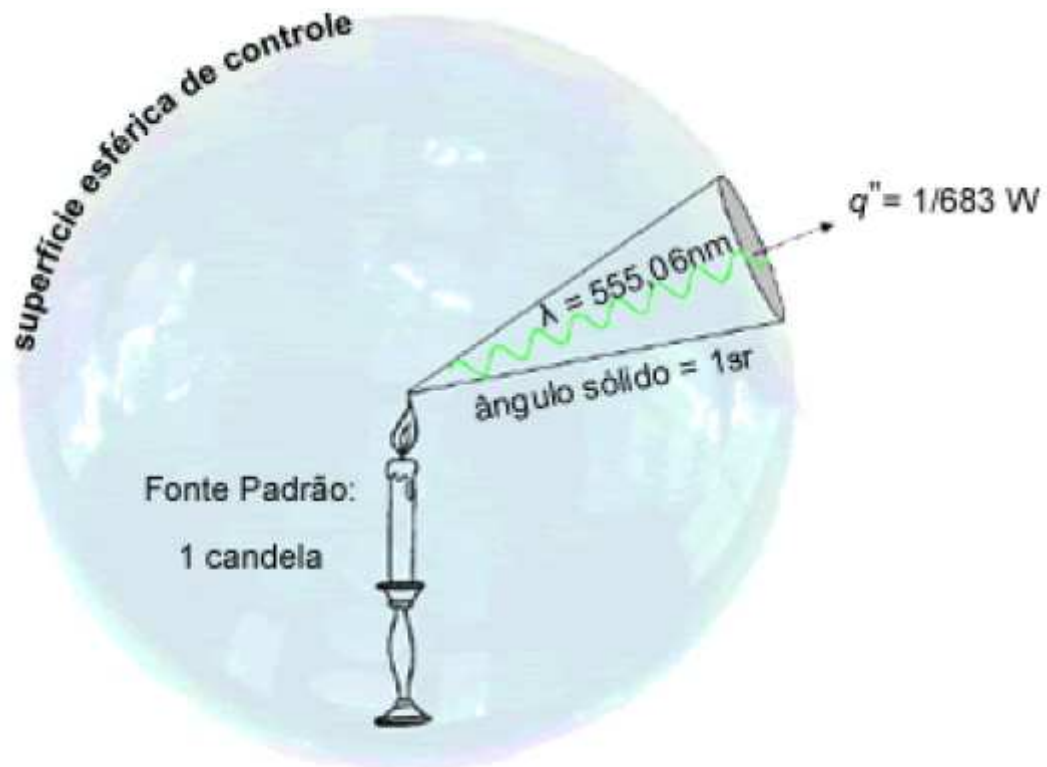


Figura 1 - Definição de candela

Fonte: CASSOL (2009, p.29).

### 2.1.3. Iluminância

É o fluxo luminoso incidente numa superfície por unidade de área. Sua unidade é o lúmen por metro quadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ) ou lux (lx). Em outras palavras, um lux corresponde à iluminância de uma superfície plana de um metro quadrado de área, sobre a qual incide perpendicularmente um fluxo luminoso de um lúmen.

O valor recomendado para o nível de iluminação de um dado local é função da exigência visual da tarefa, de fatores psicológicos e físicos dos indivíduos (idade, saúde visual) e fatores econômicos, garantindo os gastos mínimos necessários na iluminação dos espaços de trabalho. (PAIS, 2011, p.25).

### 2.1.4. Luminância ou Brilho de Uma Superfície

É a luz refletida pelo objeto observado e seu entorno na direção dos olhos do observador. A luminância de uma fonte ou de uma superfície iluminada é a medida da sensação de claridade provocada no olho.

O conceito da grandeza luminância, de unidade candela por metro quadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ), está relacionada com a densidade da intensidade luminosa que atravessa a área cinza, representada na figura 1. Na medida que a superfície esférica de controle que envolve a fonte tem seu raio aumentado, a quantidade de energia através de cada ângulo sólido permanece a mesma (1 cd), enquanto que a luminância daquela superfície diminui devido ao aumento da área da superfície cinza. (CASSOL, 2009, p.29).

## 2.2. CONFORTO VISUAL

A iluminação adequada nos ambientes de trabalho é muito importante para que as tarefas possam ser desenvolvidas com segurança, agilidade e eficiência, sem causar danos ou desconfortos à visão dos trabalhadores. Segundo Cassol (2009, p. 1), as condições de conforto visual devem ser atendidas, caso contrário, “diversos sintomas fisiológicos podem aparecer, tais como olhos vermelhos, irritadiços e lacrimejantes. Em casos mais avançados, ainda podem ocorrer dores de cabeça e problemas gastrointestinais”.

Segundo Pereira et al. (2012), o conforto visual está em ver sem ferir os olhos e sem sofrer estresse, pois se deve “ver mais daquilo que cada tarefa nos pede e menos daquilo que nos desvia a atenção da tarefa”.

A literatura cita que além do nível de iluminância do ambiente, outros fatores como o ofuscamento e a uniformidade espacial e temporal interferem de forma decisiva para gerar o conforto visual.

O conforto visual está relacionado com o conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com o menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes. (LAMBERTS et al., 1997, apud PAIS, 2011, p. 13)

De acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013, a boa iluminação do ambiente de trabalho, além de fornecer uma boa visualização da tarefa, é necessária para que as tarefas sejam realizadas de modo fácil e com conforto. Para isso, a iluminação exigida pelo ambiente deve assegurar aspectos quantitativos e qualitativos tais como:

- Conforto visual – no desempenho de suas atividades o trabalhador deve ter uma sensação de bem-estar;

- Desempenho visual – mesmo sob circunstâncias difíceis, o trabalhador deve ser capaz de realizar suas tarefas visuais de forma rápida e com precisão;
- Segurança visual – o trabalhador deve ser capaz de detectar os perigos ao seu redor.

O conforto visual do trabalhador pode ser afetado quando ocorrem luminâncias muito altas que podem levar ao ofuscamento, contrastes de luminâncias muito altas que podem causar fadiga devido a constante readaptação dos olhos e contrastes de luminâncias muito baixas que podem tornar o ambiente de trabalho tedioso pela falta de estímulos.

## 2.3. TIPOS DE ILUMINAÇÃO

### 2.3.1. Iluminação Natural

A iluminação natural nos ambientes de trabalho é o correto aproveitamento da luz do dia fornecida pelo sol. Por isso, os projetos devem contemplar o uso apropriado da luz natural, por meio de aberturas zenitais, portas, janelas, telhas translúcidas, etc.. “A luz natural é pouco uniforme, e sua cor, intensidade, direção e distribuição no espaço variam constantemente, por isso é mais estimulante que a luz artificial.” (TOLEDO, 2008, p.2).

### 2.3.2. Iluminação Artificial

A iluminação artificial é toda e qualquer fonte de luz produzida pelo homem. Segundo Schmid (2005 apud TOLEDO, 2008, p.2), “independente do aproveitamento que se faça da luz natural, a luz artificial, para ser usada à noite ou não, é um elemento quase inevitável da expressividade dos ambientes”.

“A iluminação artificial é distribuída por luminárias, que são dispositivos que distribuem, filtram ou transformam a iluminação proveniente de uma ou várias lâmpadas” (PAIS, 2011, p.25), e incluem os elementos necessários para fixação, proteção e para ligá-las a uma fonte de energia.

## 2.4. SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho deve ser entendida como um conjunto de medidas que devem ser adotadas, tanto pelo governo, quanto pelos empregadores e seus empregados, visando minimizar os acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, assim como “proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador”. (AREASEG, 2014). Portanto, a Segurança do Trabalho é

a ciência que atua na prevenção dos acidentes do trabalho decorrentes dos fatores de riscos ocupacionais. Nos locais de trabalho existem inúmeras situações de risco passíveis de provocar acidentes do trabalho. Logo, a análise de fatores de risco em todas as tarefas e nas operações do processo é fundamental para a prevenção. (UNIVERSIDADE ..., 2014).

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), “o objetivo do Programa Segurança e Saúde no Trabalho é proteger a vida, promover a segurança e saúde do trabalhador”. Para isso foi desenvolvido o Plano Nacional de Segurança e Saúde no Trabalho, o qual teve sua formalização através do Decreto nº 7.602 assinado pela Presidente Dilma Rousseff, no dia 7 de novembro de 2011.

## 2.5. ACIDENTE DE TRABALHO

Conforme dispõe o art. 19 da Lei nº 8.213/91,

acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

### 2.5.1. Acidente de Trabalho Envolvendo Iluminação Inadequada

Queiroz et al. (2010) realiza um estudo de caso sobre os impactos da iluminação no setor de internamento da ala feminina em um hospital público de Minas Gerais que atua nas áreas de urgência e emergência. Os pesquisadores realizaram as medições do nível de iluminância em pontos específicos deste setor, sendo eles: mesa de trabalho, local destinado à preparação dos medicamentos e as camas dos pacientes. O nível de iluminamento foi avaliado de acordo com a Lei

6.514, Portaria 3.214, a Norma Regulamentadora 17 (NR – 17) e a norma NBR 5.413/92. Por meio das medições realizadas pode-se verificar que os valores encontrados estavam abaixo dos limites estabelecidos pela NBR 5.413/92, a qual estava vigente na época. Através de um questionário aplicado aos colaboradores do setor, os pesquisadores levantaram que as principais queixas referiram-se às cefaleias, cansaço visual, fadiga crônica, dores no pescoço e ombros, fatores diretamente implicados na redução da produtividade e qualidade dos serviços prestados aos pacientes. A partir daí, os pesquisadores realizaram um paralelo com a ocorrência de sinistros laborais registrados em documentos de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), dentro do período da pesquisa, e puderam sugerir a relação do elevado índice de acidentes de trabalho e absenteísmo identificado naquele setor com o baixo nível de iluminação.

Fiedler et al. (2010) analisa marcenarias no sul do Espírito Santo com o objetivo de avaliar as condições do ambiente de trabalho. Os pesquisadores aplicaram um questionário para caracterizar o perfil dos trabalhadores no que diz respeito às condições de saúde e segurança do trabalhador. Para caracterizar o ambiente de trabalho os pesquisadores realizaram medições das condições de clima, níveis de ruído, iluminância, vibração, gases, fuligens e poeira. Com relação a variável iluminância, verificou-se que as medições realizadas em três máquinas relacionadas a acabamentos finais do processo de produção e que demandavam alta precisão de movimentos estavam abaixo dos limites estabelecidos pela NBR 5.413/92. Este fato agrava-se no sentido que uma destas máquinas, a tupia, é considerada a máquina mais perigosa do processo produtivo. Como nem todas as máquinas avaliadas apresentaram baixo nível de iluminância, os pesquisadores atribuíram isso ao fato da iluminação do ambiente de trabalho não ser uniforme, podendo, neste caso, agravar os riscos de acidentes, principalmente com aquelas máquinas com baixa iluminação, pois iluminação abaixo do normal provoca fadiga visual dificultando a visualização das tarefas.

## 2.6. PESQUISAS APLICADAS EM AVALIAR E PROPOR SOLUÇÕES PARA RESOLVER PROBLEMAS DE ILUMINAÇÃO

Em Falcão (2013) é realizado um trabalho com o intuito de avaliar os riscos em contexto escolar e industrial. Dentre as avaliações de fatores de risco analisadas

está o risco de exposição a agentes químicos, isto no contexto industrial. Já no contexto escolar foram avaliados os riscos em função da iluminação inadequada. Na matriz de avaliação de risco verifica-se que a iluminância medida está abaixo dos valores de referência indicados por norma, o que faz com que a pesquisadora proponha medidas preventivas e de proteção.

Em Calvario et al. (2011) pode-se constatar a avaliação das condições de iluminação artificial em uma sala utilizada para ministrar a disciplina de Desenho Arquitetônico, do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Aracruz. Neste trabalho os pesquisadores apoiam-se na norma NBR15215-4/2004 para determinar a quantidade de pontos e a localização destes para realizar as medições de iluminância. De posse desses dados realizam a inserção dos mesmos em um software chamado Surfer para obter gráficos 2D e 3D do ambiente, tornando possível realizar a visualização e análise do comportamento da iluminância por toda a sala de aula e, a partir daí, fazer as considerações cabíveis.

No intuito de tentar resolver os problemas da iluminação nos diversos ambientes que compõem os locais de trabalho, autores de diferentes áreas mobilizam seus conhecimentos para contribuir com soluções eficientes para melhorar o conforto dos ambientes no que diz respeito à iluminação. Um exemplo disso pode ser verificado em Chaves (2012), onde a pesquisadora, visando otimizar o aproveitamento da iluminação natural nos escritórios, realiza estudos com uso de painel prismático em aberturas laterais e analisa este efeito através de simulações computacionais com software específico. Outro exemplo pode ser verificado em Cassol (2009), onde a técnica de projetos inversos é aplicada na solução de problemas de radiação luminosa, ou seja, o autor apresenta uma modelagem matemática do comportamento da radiação térmica aplicada a iluminação, levando em consideração as características da visão humana e o comportamento das lâmpadas incandescentes.

Em Nogueira et al. (2010) é realizado um trabalho que tem por objetivo avaliar os níveis de iluminação natural e artificial em residências com projetos construtivos convencional e inovador. As residências possuem metragem semelhante, porém o sistema de iluminação na casa convencional é composto por lâmpadas incandescentes comuns, enquanto na casa inovadora são utilizadas lâmpadas fluorescentes compactas de maior eficiência energética. A casa convencional possui apenas aberturas laterais, enquanto a casa inovadora possui uma abertura zenital

além das aberturas laterais. Os pesquisadores realizam as medições dos níveis de iluminância natural e artificial em diferentes horas do dia nos cômodos que compõe as residências. No estudo verifica-se uma maior uniformidade na distribuição da iluminância e um menor consumo de energia no projeto da casa inovadora.

## 2.7. LEGISLAÇÃO VIGENTE E NORMAS NACIONAIS QUE ABORDAM ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO

O Decreto-lei nº 5.452 de 1º de maio de 1943 estabelece:

Art. 175 - Em todos os locais de trabalho deverá haver iluminação adequada, natural ou artificial, apropriada à natureza da atividade. (Redação dada pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977)

§ 1º - A iluminação deverá ser uniformemente distribuída, geral e difusa, a fim de evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos. (Incluído pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977)

§ 2º - O Ministério do Trabalho estabelecerá os níveis mínimos de iluminamento a serem observados. (Incluído pela Lei nº 6.514, de 22.12.1977)

De acordo com a Norma Regulamentadora NR-17: Ergonomia, publicada em 6 de julho de 1978 e que vem ao longo dos anos sofrendo alterações e atualizações, sendo que a mais nova atualização é a Portaria SIT n.º 13, de 21 de junho de 2007, trata a questão da iluminação nos ambientes de trabalho da seguinte forma:

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.



Importante ressaltar quanto ao item 17.5.3.3 da NR-17 que a norma NBR 5413 não está mais em vigor, sendo substituída pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Esta é a norma que deve ser consultada como referência para se avaliar os níveis mínimos de iluminância a serem observados nos locais de trabalho. Além disso, a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: 2013 estabelece os parâmetros a serem seguidos na realização de projetos de iluminação.

De acordo com a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013, os valores de iluminância média para cada tarefa medidos em campo não podem estar abaixo dos valores dados na Seção 5 da referida norma, independentemente da idade e condições da instalação. Além disso, a norma recomenda que a iluminância mantida das áreas do entorno imediato pode ser mais baixa que a iluminância da área da tarefa, mas não pode ser inferior aos valores dados na tabela 1.

Tabela 1 - Iluminância da área da tarefa e do entorno imediato

<b>Iluminância da tarefa</b>	<b>Iluminância do entorno imediato</b>
<b>lux</b>	<b>lux</b>
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma Luminância da área da tarefa

Fonte: ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (ASSOCIAÇÃO..., 2013).

Vale lembrar que segundo a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 em áreas onde é realizado trabalho contínuo, a iluminância mantida não pode ser inferior a 200 lux.

Outra importante norma a ser consultada para se obter parâmetros para realizar as medições dos níveis de iluminância nos ambientes de trabalho é a norma NBR 15215-4/2004: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição.

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a empresa objeto de estudo desta pesquisa, abrangendo suas informações principais e política estratégica atual (missão e visão). O objetivo é proporcionar uma visão geral da empresa para facilitar a compreensão da sua atuação no mercado atual, da relevância da escolha e da importância dos resultados obtidos com a pesquisa. Além disso, descreve a estratégia geral aplicada nesta pesquisa, começando pela escolha do ambiente, a caracterização física e operacional do ambiente, identificação do equipamento utilizado na coleta de dados, procedimentos utilizados na coleta de dados e estratégia de análise e interpretação dos resultados.

A metodologia adotada neste trabalho é caracterizada como uma pesquisa de campo, onde a fonte dos dados provém da coleta direta em campo. Para a realização desta pesquisa foram realizados três estudos de ambientes com abordagem quantitativa.

Para a realização desta pesquisa foram realizadas as etapas listadas a seguir:

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa objeto de estudo, deste ponto em diante denominada “Escola de Educação Profissional”, foi criada em 24 de Maio de 1993 e localiza-se em São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba. No momento de sua fundação o foco inicial de atuação era realizar cursos profissionalizantes na área da madeira e mobiliário. A partir de 2003 passou a atuar também na área metalmeccânica. Hoje oferece cursos profissionalizantes nestas áreas nas seguintes modalidades:

- Aperfeiçoamento profissional;
- Aprendizagem industrial;
- Habilitação técnica de nível médio;
- Qualificação profissional.

#### 3.2. MISSÃO E VISÃO DA ESCOLA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

A Missão e a Visão da empresa são amplamente divulgadas para os diversos públicos de interesse da mesma, entre os quais se destacam os funcionários, os

fornecedores, os parceiros e os clientes em geral. A seguir pode-se verificar a missão e a visão vigentes em 2014.

### 3.2.1. Missão

Promover a educação profissional e tecnológica, a inovação e a transferência de tecnologias industriais, contribuindo para elevar a competitividade da Indústria Brasileira.

### 3.2.2. Visão

Consolidar-se como o líder nacional em educação profissional e tecnológica e ser reconhecido como indutor da inovação e da transferência de tecnologias para a Indústria Brasileira, atuando com padrão internacional de excelência.

## 3.3. ESCOLHA DO AMBIENTE

O ambiente escolhido para a realização desta pesquisa foi uma Escola de Educação Profissional localizada em São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba e para esta escolha foram considerados os seguintes critérios:

- a) Importância da atividade principal para o desenvolvimento socioeconômico e industrial de sua região;
- b) O fato de ser referência em educação profissional não só em sua região, mas em nível de Brasil;
- c) O tema de pesquisa “Iluminação” afetar não só a saúde e segurança de seus funcionários, mas também de seus clientes, principalmente os alunos, visto que estes passam cerca de quatro horas dentro da empresa e por períodos que podem ultrapassar a dois anos;
- d) Acesso ao campo, uma vez que o pesquisador é funcionário da empresa estudada, atuando como técnico de ensino sênior.

## 3.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E OPERACIONAL DO AMBIENTE

A caracterização física do ambiente está relacionada com questões construtivas, com a distribuição do mobiliário e equipamentos presentes no local, se possui ou não janelas que permitem a utilização de iluminação natural, pontos de

acesso, entre outros. Além disso, através dos leiautes que serão apresentados dos ambientes estudados será possível verificar onde estão distribuídos os postos de trabalho.

A caracterização operacional do ambiente relaciona-se com questões como a organização do trabalho, posição em que as atividades são realizadas, espaço de trabalho, posto de trabalho, etc.

Para a realização das medições de iluminância na presente pesquisa foram escolhidos três ambientes específicos dentro da Escola de Educação Profissional, sendo que a caracterização física de cada um deles pode ser vista a seguir:

#### 3.4.1. Caracterização Física do Ambiente Sala dos Técnicos de Ensino

Os aspectos de maior relevância a serem destacados na sala dos técnicos de ensino são:

- a) Possui 48,3 metros quadrados em formato retangular (7,04 m x 6,86 m). As paredes são de alvenaria, sendo três delas pintadas na cor branco gelo e uma na cor azul claro. O piso é de tacos de madeira na cor marrom e o teto é formado por placas de isopor na cor branca. Apresenta dois grupos de janelas basculantes de área total igual a 4,75 metros quadrados (área envidraçada descontado as esquadrias). Estas janelas estão localizadas na face sul da edificação;
- b) Composta por três “ilhas” ou estações de trabalho compostas de quatro postos de trabalho em cada uma. Estas ilhas são fabricadas em MDF (Fibra de Média Densidade) na cor bege. Cada posto de trabalho possui uma cadeira na cor preta. Possui ainda armários em MDF na cor bege distribuídos pela sala e uma mesa com impressora comum a todos os postos de trabalho, conforme leiaute apresentado na figura 2;
- c) A iluminação artificial é fornecida por quatro luminárias que possuem duas lâmpadas fluorescentes tubulares cada. As especificações técnicas das lâmpadas são conforme tabela 2. As luminárias estão instaladas junto ao teto a uma altura de 2,6 m em relação ao piso.

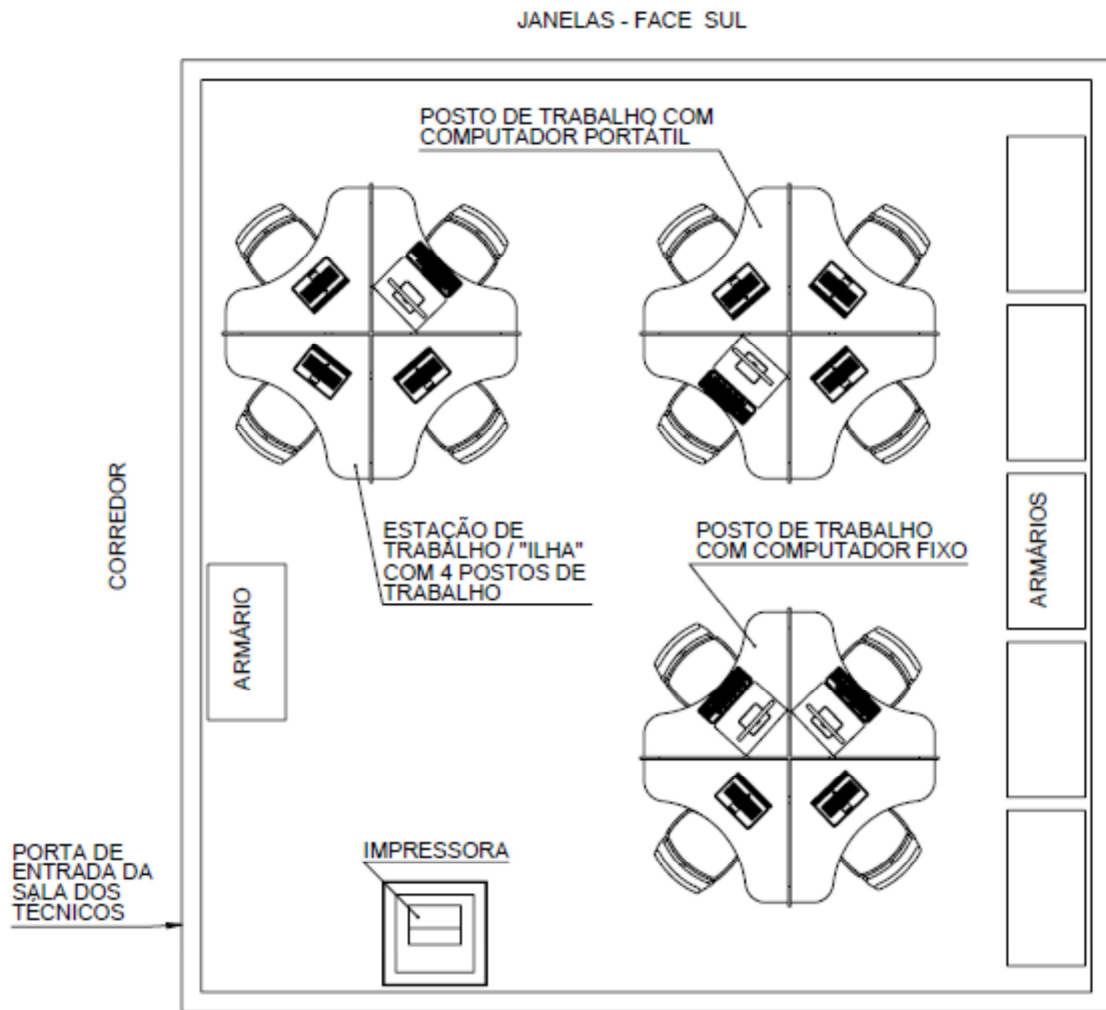


Figura 2 - Leiaute da sala dos técnicos

Fonte. Autoria própria.

Tabela 2 - Especificações técnicas das lâmpadas fluorescentes tubulares

Fabricante / Código comercial	Potência (W)	Temperatura de cor (K)	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)	Índice de reprodução da cor (IRC)
Philips / TLDRS32W-CO-25	32	4100	2350	73	66
Osram / T8 FO32W	32	4000	2350	73	60 - 69
Ourolux / T8 32W	32	4000	2340	73	65

Fontes: Adaptado de PHILIPS 2009: Guia Prático Philips Iluminação.

Adaptado de OSRAM 2013: Lâmpadas Fluorescentes Tubulares e Circulares.

Adaptado de OUROLUX 2014: Tubular Halofósforo T8.

### 3.4.2. Caracterização Operacional do Ambiente Sala dos Técnicos de Ensino

Os trabalhos realizados na sala dos técnicos de ensino se aproximam muito dos trabalhos realizados em ambiente de escritório, conforme relatado por Grandjean (1984 apud PAIS, 2011, p. 20) “o trabalho de escritório dispõe de uma grande variabilidade de tarefas: visualização de documentos, leitura de textos, comunicação com os colegas, trabalho em computador e outras, ao longo do dia de trabalho”. Neste caso, as situações de desconforto podem ser diminuídas pela diversidade de tarefas.

A caracterização operacional do ambiente relaciona-se com questões como:

- A organização do trabalho ocorre de segunda à sexta-feira em dois turnos distintos, conforme pode ser visto na tabela 3. O tempo de trabalho é de oito horas diárias, podendo em casos especiais ser superior;
- Dentre as atividades realizadas pode-se destacar: preparação e planejamento de aulas, lista para aquisição de materiais de consumo em atividades práticas de oficinas, especificação de máquinas e equipamentos para serem adquiridos conforme plano de investimentos, leitura de documentos diversos e escrita em papel, impressão de documentos, atendimento aos clientes internos e externos via telefone, trabalho em computador (visualização, leitura, verificação de e-mail, consulta à internet, introdução de dados), entre outras;
- Grande parte destas atividades é realizada na posição sentada, que segundo Pais (2011) são atividades do tipo sedentária. De acordo com Sommerich (2005 apud PAIS, 2011, p.21) para “prevenir o desconforto postural, a postura sentada deve ser dinâmica, de forma a permitir o alívio de tensões musculares e permitir a livre circulação sanguínea ao nível dos membros inferiores”;
- O espaço de trabalho dos técnicos de ensino corresponde a 48,3 metros quadrados, sendo que nesta área são acomodados doze postos de trabalho (figura 2);
- Os postos de trabalho estão distribuídos em três ilhas com quatro postos de trabalho cada uma. Os postos de trabalho nestas ilhas estão separados por um biombo de cerca de 30 cm de altura. Em todos os

postos de trabalho são realizados trabalhos com computador, sejam eles fixo ou portáteis. Para evitar desconfortos e possíveis riscos à saúde do trabalhador, segundo Osha (2007 apud PAIS, 2011, p.24), “os postos de trabalho com computador devem obedecer a alguns princípios”, tais como:

- A imagem do monitor deve ser estável e o mesmo deve permitir regulagem;
- A cadeira deve ser ajustável para adequar-se à estatura do usuário;
- O computador deve estar colocado numa superfície estável, com espaço suficiente para a disposição do teclado, do *mouse* e dos documentos, de modo a permitir uma posição confortável dos punhos;
- O monitor deve estar posicionado abaixo da linha do horizonte da visão;
- A distância entre o trabalhador e o monitor deve ser de cerca de 30 cm;
- Em casos de trabalho prolongado com computador, o trabalhador deverá estabelecer pausas no trabalho;
- A tela do monitor deve ter característica antirreflexo e estar posicionada de forma a evitar brilhos em sua face.

“A concentração visual permanente exigida pelo trabalho em tela de computador faz desta tarefa uma atividade penosa, que põe em risco a saúde ocular dos usuários, requerendo uma atenção na concepção e na manutenção de um ambiente de trabalho adequado.” (PAIS, 2011, p.24).

Tabela 3 - Organização do trabalho

<b>Período</b>	<b>1º turno</b>	<b>2º turno</b>
Manhã	08h00min as 12h00min	-
Tarde	13h30min às 17h30min	13h30min às 17h30min
Noite	-	18h30min às 22h30min
Intervalo	12h30min às 13h30min	17h30min às 18h30min

Fonte: Autoria própria.

A escolha de realizar as medições dos níveis de iluminância nesta sala justifica-se pelo fato dos professores, cujo cargo pela instituição é denominado técnico de ensino, em função de atividades previstas em cronograma, passarem até cerca de oito horas do dia de trabalho dentro da mesma.

### 3.4.3. Caracterização Física do Ambiente Sala de Aula

A principal justificativa para escolha deste ambiente para se realizar a medição e avaliação dos níveis de iluminância é que nele são desenvolvidas as práticas pedagógicas, ou seja, onde ocorre o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, é onde são acolhidos todos os alunos que optam por realizar um curso profissionalizante.

“A definição dos Ambientes Pedagógicos compreende as indicações mínimas (as essenciais) de instalações e recursos educacionais, tais como máquinas, ferramentas, instrumentos, aparelhos e equipamentos e demais recursos, inclusive os virtuais e os informatizados, e os materiais de consumo. Estes devem assegurar o desenvolvimento dos processos de Ensino e Aprendizagem, numa dimensão teórico-prática, tendo em vista as necessidades do currículo a ser desenvolvido.”  
(SERVIÇO..., 2013, p.96)

Vale ressaltar que praticamente todas as salas de aula da Escola de Educação Profissional objeto de estudo apresentam as mesmas características, sendo os aspectos de maior relevância destacados a seguir:

- a) Possui 74,9 metros quadrados em formato retangular (10,7 m X 7 m). As paredes são de alvenaria, pintadas na cor branco gelo. O piso é de tacos de madeira na cor marrom e o teto é formado por placas de isopor na cor branca. Apresenta três grupos de janelas basculantes de área total igual a 12,81 metros quadrados. Estas janelas são protegidas por persianas verticais de tecido na cor bege e estão localizadas na face sul da edificação. A área envidraça que proporciona iluminação natural é de 7,13 metros quadrados, descontado a área das esquadrias que obstruem a entrada de luz natural;
- b) Composta pela mesa do técnico de ensino de madeira na cor marfim, cadeira preta para o técnico de ensino, quarenta carteiras e cadeiras para os alunos, quadro negro (cor verde), projetor multimídia e um armário em



MDF na cor branca onde se localiza um computador, conforme leiaute apresentado na figura 3;

- c) A iluminação artificial é fornecida por três fileiras compostas de quatro luminárias cada uma perfazendo um total de doze luminárias. Cada luminária possui duas lâmpadas fluorescentes tubulares. As especificações técnicas das lâmpadas conforme tabela 2. As luminárias estão instaladas junto ao teto a uma altura de 2,6 m em relação ao piso.

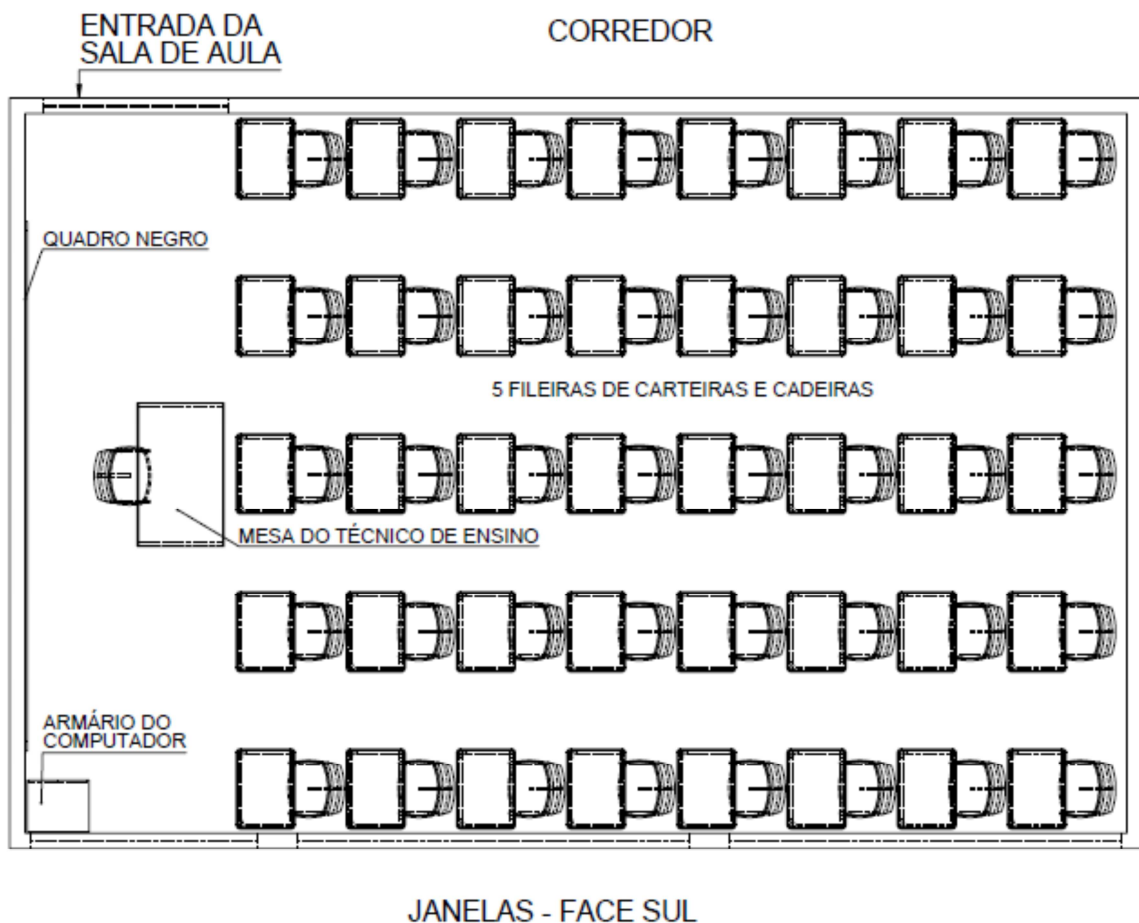


Figura 3 - Leiaute da sala de aula

Fonte: Autoria própria.

#### 3.4.4. Caracterização Operacional do Ambiente Sala de Aula

A sala de aula é onde são desenvolvidas as atividades pedagógicas, ou seja, onde ocorre o processo de ensino e aprendizagem. Para colaborar neste processo, o ambiente pedagógico deve considerar:

- “a possibilidade de expressão de diferentes modos de aprender;
- a flexibilização do atendimento a demandas e necessidades individuais de aprendizagem; e
- a representação da complexidade do mundo real, empresarial e social, sempre que possível.” (SERVIÇO....., 2013, p. 96)

A caracterização operacional do ambiente relaciona-se com questões como:

- A organização do trabalho ocorre de segunda à sexta-feira nos períodos da manhã, da tarde e da noite. O tempo de trabalho é de oito horas diárias para o técnico de ensino, conforme tabela 3. Já o tempo que os alunos passam nesta sala é de quatro horas, conforme o período que estudam (manhã, tarde ou noite);
- As atividades realizadas pelo técnico de ensino durante a prática pedagógica podem ser as mais diversificadas possíveis. Isto irá depender do plano de aula elaborado. Entre algumas delas pode-se destacar: exposição dialogada, exposição dialogada com uso de recursos multimídia, leitura de documentos diversos, escrita em quadro negro, escrita no livro de registros, demonstração prática do uso de instrumentos diversos, entre outras. Os alunos realizam atividades tais como: prestar atenção aos acontecimentos, leitura de documentos, escrita em papel e manipulação de instrumentos;
- A maior parte das atividades realizadas pelo técnico de ensino é na posição em pé e deslocando-se em frente ao quadro negro e entre as fileiras de carteiras dos alunos, quando estas estão alinhadas. Por outro lado, os alunos realizam a maior parte das atividades na posição sentada, que segundo Pais (2011) são atividades do tipo sedentária.
- O espaço de trabalho do técnico de ensino e dos alunos corresponde a 74,9 metros quadrados, sendo que dentro desta área é acomodado o posto de trabalho do técnico de ensino (mesa e cadeira) e mais quarenta postos de trabalho dos alunos (carteira e cadeira), conforme leiaute da figura 3;
- O posto de trabalho do técnico de ensino está localizado em frente ao quadro negro, isto se referindo a sua mesa e cadeira, pois é neste local onde realiza atividades referentes ao preenchimento do livro de

registros. Por outro lado, o posto de trabalho do técnico de ensino pode ser considerado toda a área da sala de aula, visto que necessita estar se deslocando para atender as dúvidas dos alunos. O posto de trabalho dos alunos é considerado a carteira escolar com área de 0,44 metros quadrados (0,78 m x 0,57 m).

#### 3.4.5. Caracterização Física do Ambiente Oficina de Retífica e Eletroerosão

Conforme o leiaute da figura 4, a oficina de retífica e eletroerosão pertencem ao laboratório de Ferramentaria. O acesso a esta sala pode ocorrer através da porta de entrada pelo corredor ou através de duas passagens laterais, uma que a interliga com a oficina de fresagem e ajustes em bancadas e a outra que a interliga com a oficina de injeção de polímeros. Nesta oficina são realizados trabalhos de usinagem de precisão nos seguintes equipamentos: retífica cilíndrica, retífica plana e eletroerosão por penetração. A justificativa principal para escolha deste ambiente para estudo é que os trabalhos ali realizados exigem bastante acuidade visual para alcançar a precisão requerida nas medidas das peças a serem usinadas.

Os aspectos de maior relevância da oficina de retífica e eletroerosão estão destacados a seguir:

- a) Possui 71,4 metros quadrados em formato retangular (14 m x 5,1 m). As paredes são de alvenaria, pintadas na cor branco gelo. O piso é de tacos de madeira na cor marrom e o teto é formado por placas de isopor na cor branca. Apresenta dois grupos de janelas basculantes de área total igual a 8,55 metros quadrados de área envidraçada. Estas janelas não possuem persianas e estão localizadas na face sul da edificação.
- b) Composta pela mesa e cadeira do professor, duas retíficas plana, uma retífica cilíndrica, uma eletroerosão por penetração, um moto esmeril, uma bancada e cinco armários, conforme figura 4.
- c) A iluminação artificial é fornecida por duas fileiras compostas de cinco luminárias cada uma perfazendo um total de dez luminárias. Cada luminária possui duas lâmpadas fluorescentes tubulares. As especificações técnicas das lâmpadas conforme tabela 2. As luminárias estão instaladas junto ao teto a uma altura de 4,4 m em

relação ao piso. As retíficas plana e cilíndrica possuem uma lâmpada fluorescente compacta de alta potência instalada sobre cada uma delas. Estas lâmpadas estão a 2,32 m de altura em relação ao chão, conforme da figura 5. As especificações técnicas destas lâmpadas podem ser vistas na tabela 4. A máquina eletroerosão por penetração possui uma luminária própria para iluminar a área da tarefa. A lâmpada utilizada nesta luminária possui 24 V (volts) de tensão e 20 W (Watts) de potência.

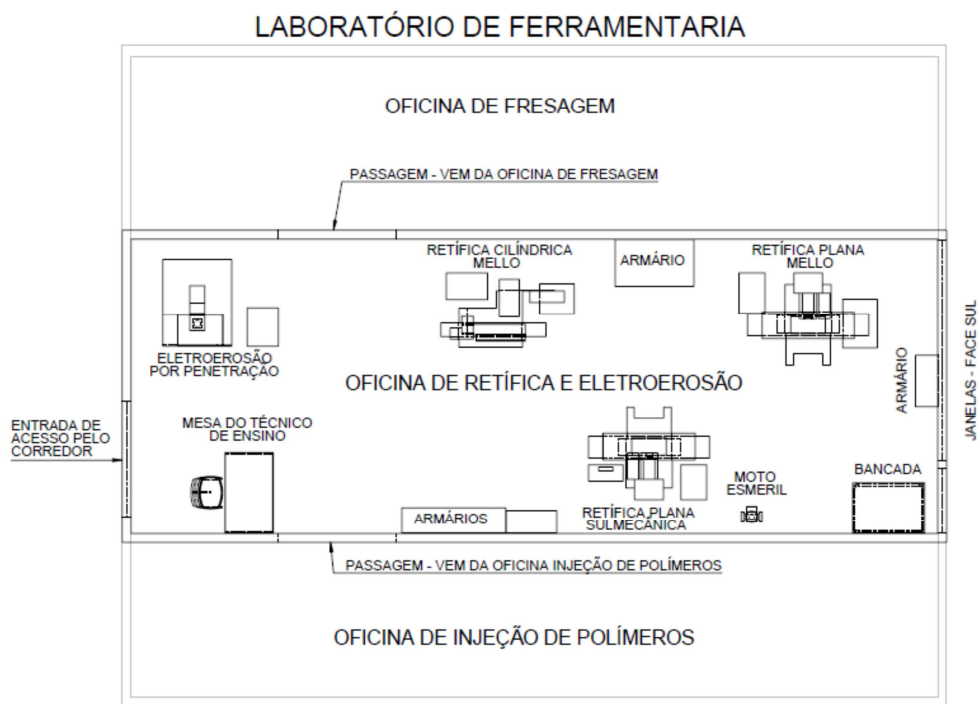


Figura 4 – Leiaute da oficina de retífica e eletroerosão

Fonte: Autoria própria.

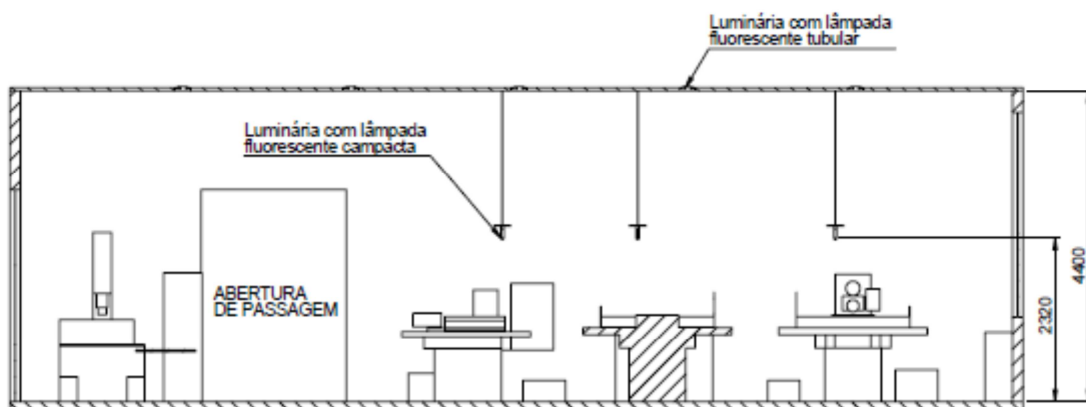


Figura 5 - Altura das luminárias da oficina de retífica e eletroerosão

Fonte: Autoria própria

Tabela 4 - Especificações técnicas das lâmpadas fluorescentes compactas de alta potência branca

Fabricante / Código comercial	Potência (W)	Temperatura de cor (K)	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)
Empalux / FL14616	46	6400	2898	63

Fonte: Adaptado de EMPALUX, 2014.

### 3.4.6. Caracterização Operacional do Ambiente Oficina de Retífica e Eletroerosão

A caracterização operacional do ambiente relaciona-se com questões como:

- A organização do trabalho ocorre de segunda à sexta-feira nos períodos da manhã, da tarde e da noite. O tempo de trabalho é de oito horas diárias para o técnico de ensino, conforme tabela 3. Já o tempo que os alunos passam nesta sala pode chegar a quatro horas, dependendo das tarefas que estão desempenhando e o período que estudam (manhã, tarde ou noite);
- As atividades realizadas pelo técnico segue o planejamento do plano de aula elaborado. Entre algumas delas destaca-se: exposição dialogada sobre a operação dos equipamentos: retífica plana e cilíndrica e eletroerosão, demonstrações práticas do uso desses equipamentos, medição de peças e avaliação destas com uso de instrumentos de medição adequados, preenchimento do livro de registros, entre outras. Vale ressaltar que estas atividades exigem acuidade visual apurada e precisão de movimentos. Os alunos realizam atividades tais como: confecção de peças, principalmente em aço, de acordo com o desenho técnico, leitura e interpretação de desenhos técnicos, operação de equipamentos, leitura e interpretação das medições realizada com instrumentos de medição adequados, como paquímetro, micrômetro e traçador de altura. Como no caso do técnico de ensino, os alunos precisam desenvolver as atividades com o máximo de acuidade e precisão visual para evitar erros nas tarefas e acidentes;
- A maior parte das atividades realizadas pelo técnico de ensino é na posição em pé e deslocando-se pela oficina para atender aos postos de trabalho localizados junto aos equipamentos. Os alunos também

realizam suas atividades na posição em pé junto aos equipamentos e deslocando-se pela oficina, pois necessitam buscar instrumentos e materiais para desenvolver as tarefas nas máquinas;

- O espaço de trabalho do técnico de ensino e dos alunos corresponde a 71,4 metros quadrados, sendo que nesta área é acomodado o posto de trabalho do técnico de ensino (mesa e cadeira) e os postos de trabalho localizados em frente às máquinas, conforme figura 4;
- O posto de trabalho do técnico de ensino (mesa e cadeira) está localizado próximo à entrada de acesso do corredor. É neste local onde o professor avalia as peças usinadas pelos alunos, realizando a medição das mesmas e faz o preenchimento do livro de registros. Os outros postos de trabalho da oficina localizam-se em frente aos equipamentos e podem ser ocupados tanto pelo técnico de ensino quanto pelos alunos. São nestes postos de trabalho que são realizadas as usinagens das peças. Tudo isso pode ser visualizado no leiaute da figura 4.

### 3.5. IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO UTILIZADO NA COLETA DE DADOS

Conforme a NBR15215-4/2004, os instrumentos utilizados para medição de grandezas fotométricas são os fotômetros, sendo que:

As medidas de iluminância são realizadas com o auxílio de fotômetros denominados luxímetros, os quais consistem em um sensor fotométrico, geralmente de silício ou selênio, com um filtro de correção óptica, conectado a um circuito de tratamento de sinal (linearização e amplificação) com um visor digital ou analógico. (NBR15215-4, 2004, p.2).

Para medir os níveis de iluminação (iluminância) utilizou-se o instrumento luxímetro digital da marca Homis, modelo LX1010B, número de série S497446, calibrado pela empresa CHROMPACK Instrumentos Científicos Ltda. em 14 de fevereiro de 2014, conforme certificado de calibração (Anexo 1).

### 3.6. PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA COLETA DE DADOS

Nos procedimentos usados para a medição de iluminância nos três ambientes avaliados (sala dos técnicos, sala de aula e oficina de retífica e eletroerosão) procurou-se seguir as recomendações do item 6.1.3 (medição em ambientes reais) da NBR15215-4/2004.

Segundo este item da referida norma, para se realizar uma avaliação mais precisa dos níveis de iluminação, os seguintes procedimentos para as medidas devem ser observados:

- a) Considerar a quantidade de luz no ponto e no plano onde a tarefa for executada, seja horizontal, vertical ou em qualquer outro ângulo;
- b) Manter o sensor paralelo à superfície a ser avaliada ou deixá-lo sobre a superfície cujos níveis de iluminação estão sendo medidos;
- c) Atentar para o nivelamento da fotocélula quando ela não for mantida sobre a superfície de trabalho e sim na mão da pessoa que faz as medições, pois pequenas diferenças na posição podem acarretar grandes diferenças na medição;
- d) Evitar sombras sobre a fotocélula, acarretadas pela posição de pessoas em relação a ela, a não ser que seja necessário para a caracterização de um posto de trabalho;
- e) Verificar, sempre que possível, o nível de iluminação em uma superfície de trabalho, com e sem as pessoas que utilizam estes ambientes em suas posições; desta forma, é possível verificar eventuais falhas de layout;
- f) Expor a fotocélula à luz aproximadamente 5 min antes da primeira leitura, evitando-se sua exposição a fontes luminosas muito intensas, como, por exemplo, raios solares;
- g) Realizar as medições num plano horizontal a 75 cm do piso quando a altura da superfície de trabalho não é especificada ou conhecida.

Todos estes itens acima foram levados em consideração durante a realização das medições de iluminância. Nos postos de trabalho mesa dos técnicos de ensino, carteira dos alunos e nas ilhas, a altura da superfície de trabalho onde são realizadas as tarefas correspondem a aproximadamente 75 cm. Nestes casos, pode-se posicionar a fotocélula diretamente sobre a superfície de trabalho atendendo exatamente as recomendações do item “c” dos procedimentos relacionados

anteriormente. Nas medições dos demais postos de trabalho a fotocélula permaneceu na mão do pesquisador, que era a pessoa responsável em realizá-las, mas, neste caso, procurou-se atentar para o nivelamento da mesma para evitar erros de medida.

Além disso, durante a coleta dos dados o instrumento Luxímetro encontrava-se regulado na escala de 0 a 2000 lux.

### 3.7. ESTRATÉGIA DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A estratégia de análise e interpretação dos resultados é feita de modo comparativo. Para isso, compararam-se os valores obtidos de iluminância em campo com os valores de iluminância mantida exigidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo tem o propósito de apresentar e analisar os resultados obtidos em campo através das avaliações de iluminância realizadas com o instrumento luxímetro da marca Homis modelo LX1010B.

A seguir são discutidos os resultados obtidos das avaliações realizadas em campo, por ambiente analisado.

### 4.1. SALA DOS TÉCNICOS

A iluminação artificial deste ambiente é composta por quatro luminárias com duas lâmpadas fluorescentes tubulares em cada uma. Todas as lâmpadas instaladas desta sala são da marca Osram e suas características técnicas podem ser vistas na tabela 2.

Conforme descrito no item 3.4.2 as tarefas e atividades realizadas no ambiente sala dos técnicos enquadra-se no exposto na tabela 5, que tem por finalidade mostrar de forma objetiva os requisitos que a seção 5 da norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 estabelece para este tipo de ambiente.

Tabela 5 - Valores estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 que se aplicam à sala dos técnicos

<b>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</b>	<b>Iluminância mantida</b> $\overline{E_m}$ <b>lux</b>	<b>Limite de ofuscamento</b> <b><math>UGR_L</math></b>	<b>Qualidade da cor</b> <b><math>R_a</math></b>	<b>Observações</b>
<b>22. Escritórios</b>				
Escrever, teclar, ler, processar dados	500	19	60	Para trabalho com VDT ( <i>Visual Displays Terminal</i> )

Fonte: adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (ASSOCIAÇÃO..., 2013)

Observação: na tabela 5 onde consta trabalho com VTD, entenda-se trabalho em computadores fixo ou portátil.

A figura 6 tem por finalidade mostrar o leiaute da sala dos técnicos em uma visão tridimensional. A figura 7 mostra o leiaute com os respectivos postos de trabalho e também indica, de forma aproximada, os pontos onde foram realizadas as medições dos níveis de iluminamento.

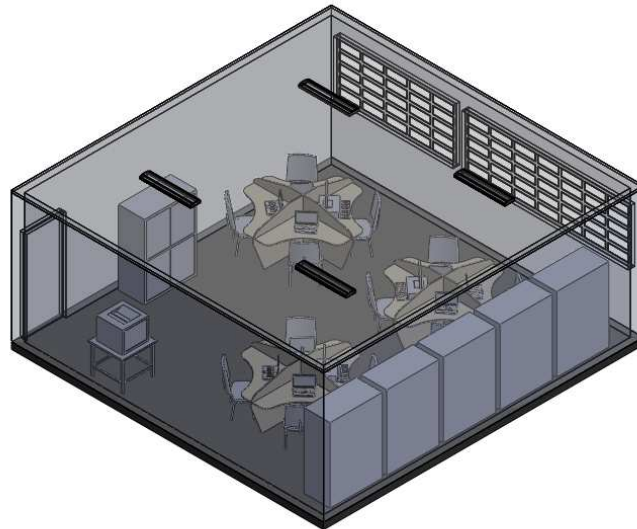


Figura 6 - Sala dos técnicos em 3D

Fonte: Autoria própria.

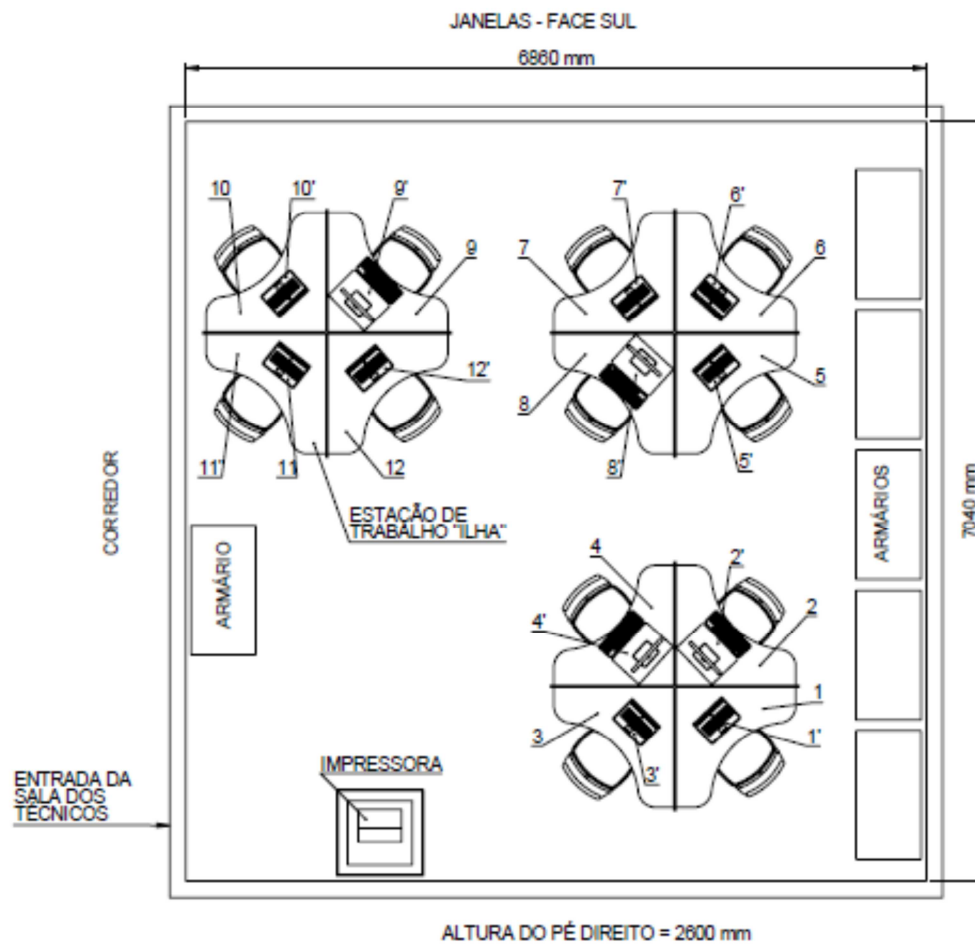


Figura 7 - Leiaute da sala dos técnicos em 2D com a identificação dos pontos de medição  
Fonte: Autoria própria.

Por meio da tabela 6 é possível verificar os valores dos níveis de iluminância medidos em campo (sala dos técnicos) e o resultado da comparação deste com o valor da iluminância mantida estabelecida pela norma. As medições foram coletadas entre 20h20min e 20h50min do dia 13.03.2014 nas seguintes condições: o dia estava nublado e as persianas estavam fechadas. Procurou-se, com estas condições, coletar os dados na situação mais desfavorável possível para se executar tarefas. Além disso, pelo horário das medições realizadas a influência da luz externa pode ser desprezada. Neste dia, aparentemente todas as lâmpadas apresentavam boas condições de funcionamento.

Tabela 6 - Avaliação dos níveis de iluminamento na sala dos técnicos

Ponto de medição	Posto de medição de acordo com o posto de trabalho	Nível de Iluminamento		
		Iluminância medida (lux)	Iluminância mantida recomendada pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 (lux)	Resultado da comparação
1	Mesa do técnico de ensino 1	276	500	Não atende
1'	Computador portátil do técnico 1	255	500	Não atende
2	Mesa do técnico de ensino 2	388	500	Não atende
2'	Computador fixo do técnico 1	374	500	Não atende
3	Mesa do técnico de ensino 3	225	500	Não atende
3'	Computador fixo do técnico 3	202	500	Não atende
4	Mesa do técnico de ensino 4	301	500	Não atende
4'	Computador fixo do técnico 4	302	500	Não atende
5	Mesa do técnico de ensino 5	212	500	Não atende
5'	Computador portátil do técnico 5	205	500	Não atende
6	Mesa do técnico de ensino 6	228	500	Não atende
6'	Computador portátil do técnico 6	239	500	Não atende
7	Mesa do técnico de ensino 7	229	500	Não atende
7'	Computador portátil do técnico 7	231	500	Não atende
8	Mesa do técnico de ensino 8	236	500	Não atende
8'	Computador fixo do técnico 8	210	500	Não atende
9	Mesa do técnico de ensino 9	378	500	Não atende
9'	Computador fixo do técnico 9	399	500	Não atende
10	Mesa do técnico de ensino 10	274	500	Não atende
10'	Computador portátil do técnico 10	289	500	Não atende
11	Mesa do técnico de ensino 11	237	500	Não atende
11'	Computador portátil do técnico 11	255	500	Não atende
12	Mesa do técnico de ensino 12	367	500	Não atende
12'	Computador portátil do técnico 12	337	500	Não atende
Iluminância média da sala dos técnicos		277,04	500	Não atende

Fonte: Autoria própria.

Observando-se os valores de iluminância medidos conforme tabela 6, verifica-se que todos os pontos de medição estão abaixo do valor recomendado pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. Ao observar a coluna 1 do item 28, Construções educacionais da Seção 5 desta norma, tem-se para o tipo de ambiente, tarefa ou atividade “sala dos professores”, a recomendação de 300 lux de iluminação mantida. Mesmo que seja utilizado este critério para avaliação por comparação, apenas quatro postos de trabalho (pontos 2, 4, 9 e 12) estariam conformes. Portanto, pode-se concluir que a sala dos técnicos apresenta problemas de iluminação, tornando-se um local que apresenta risco de ocorrer acidentes de trabalho e em tarefas que exigem concentração e elevada acuidade visual podem levar a um esforço visual estressante e desconfortável.

Para minimizar o desconforto visual que pode ser causado nos trabalhadores que utilizam esta sala em virtude da iluminação inadequada e até levar a soluções que possam resolver os problemas de iluminação, recomenda-se o seguinte:

- a) Sempre que possível, principalmente no período diurno, trabalhar com as persianas abertas para aproveitar a luz natural. Cuidar com o ofuscamento que isto pode proporcionar, para não agravar a situação de desconforto;
- b) Instalar iluminação localizada nos postos de trabalho;
- c) Reestudar o leiaute do ambiente;
- d) Estudar uma adequação dos móveis, pois o biombo de 30 cm de altura presente nas estações de trabalho prejudica a iluminação da área da tarefa;
- e) Revisar o projeto de iluminação deste ambiente.

#### 4.2. SALA DE AULA

A iluminação artificial deste ambiente é composta por três fileiras de luminárias com quatro luminárias cada uma (figura 8). Como cada luminária possui duas lâmpadas fluorescentes tubulares, tem-se um total de 24 lâmpadas realizando a iluminação do ambiente. A distribuição das lâmpadas instaladas nesta sala ocorre, aproximadamente, da seguinte maneira: 80% são da marca Philips e 20 % da marca Orolux. Suas características técnicas podem ser vistas na tabela 2.

Conforme descrito no item 3.4.4, as tarefas e atividades realizadas no ambiente sala de aula enquadra-se no exposto na tabela 7, que tem por finalidade

mostrar de forma objetiva os requisitos que a seção 5 da norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 estabelece para este tipo de ambiente. A norma recomenda 300 lux de iluminância mantida para escolas secundárias, o que poderia ser aplicado para aulas do período diurno, porém este critério para comparação não foi aplicado pelo fato de que nesta sala desenvolvem-se atividades de desenho técnico com instrumentos com grande rigor e atividades de metrologia com instrumentos de medição, como paquímetro e micrômetro, que exigem grande acuidade visual.

Tabela 7 - Valores estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 que se aplicam a sala de aula

<b>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</b>	Iluminância mantida $\overline{E}_m$ lux	Limite de ofuscamento <b>UGR<sub>L</sub></b>	Qualidade da cor <b>R<sub>a</sub></b>
<b>28. Construções Educacionais</b>			
Salas de aulas noturnas, classes e educação de adultos	500	19	80

Fonte: adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (ASSOCIAÇÃO..., 2013)

As figuras 8 e 9 têm por finalidade mostrar o leiaute da sala de aula, com os respectivos postos de trabalho e também indicar, de forma aproximada, os pontos onde foram realizadas as medições dos níveis de iluminamento. No leiaute da sala de aula em 3D (figura 8) é possível verificar como normalmente encontra-se a sala para o início das atividades pedagógicas, porém esta distribuição de carteiras pode variar bastante em função das atividades propostas. Além disso, a figura 8 tem por finalidade mostrar a distribuição das luminárias ao longo do ambiente e as janelas basculantes, através das quais se obtém iluminação natural.

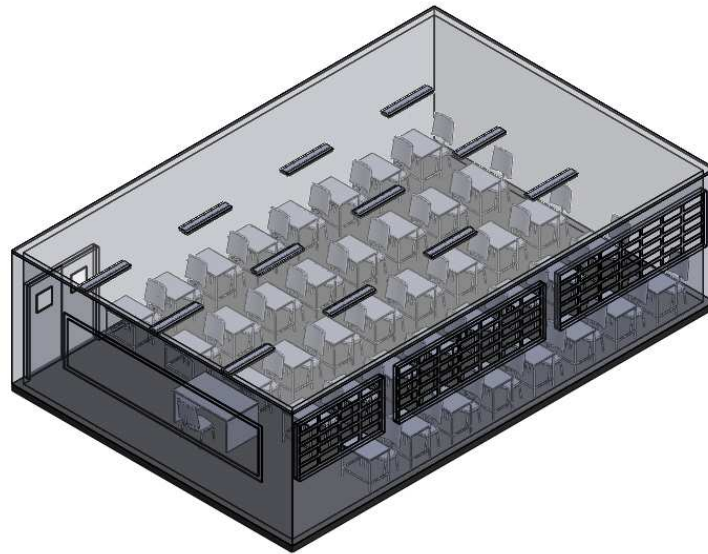


Figura 8 - Leiaute da sala de aula em 3D

Fonte: Autoria própria.

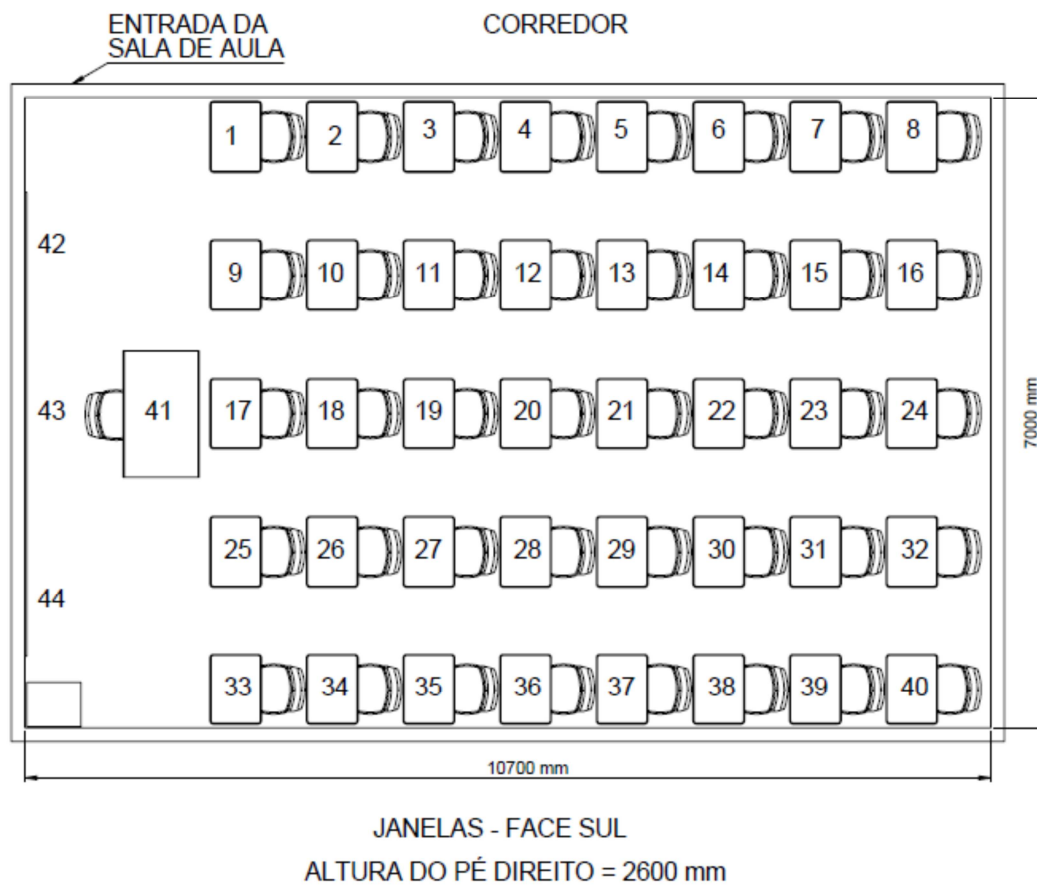


Figura 9 - Sala de aula em 2D com a identificação do pontos de medição

Fonte: Autoria própria.

Por meio da tabela 8 é possível verificar os valores dos níveis de iluminância medidos em campo (sala de aula) e o resultado da comparação deste com o valor da iluminância mantida estabelecida pela norma. As medições para este ambiente foram coletadas em três etapas distintas, sendo que na primeira e segunda etapas estavam ocorrendo atividades pedagógicas normais, ou seja, estavam presentes na sala de aula o técnico de ensino e os alunos. A primeira etapa de coleta de dados aconteceu entre 15h00min e 15h50min do dia 13.03.2014 nas seguintes condições: o dia estava nublado e as persianas estavam fechadas. A segunda etapa entre 19h30min e 20h10min do dia 13.03.2014 nas seguintes condições: o dia estava nublado e as persianas estavam fechadas. A terceira etapa ocorreu entre 15h10min e 15h40min do dia 20.03.2014 nas seguintes condições: o dia estava nublado, as persianas estavam fechadas e a sala estava vazia.

Nas três etapas, procurou-se minimizar ao máximo a influência da luz natural. O fato destes dias estarem nublados ajudou bastante nesta questão. Desta forma, a coleta dos dados ocorreu numa situação desfavorável para execução de tarefas.

Tabela 8 - Avaliação dos níveis de iluminação na sala de aula (continua)

Ponto de medição	Posto de medição de acordo com o posto de trabalho	Nível de Iluminamento					Resultado da comparação
		Iluminância medida (Lux)			Iluminância mantida recomenda da pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 (lux)		
		1º Etapa 13.03 15:00	2º Etapa 13.03 19:30	3º Etapa 20.03 15:10			
1	Carteira do aluno 1	311	-	374	500	Não atende	
2	Carteira do aluno 2	365	392	386	500	Não atende	
3	Carteira do aluno 3	352	362	393	500	Não atende	
4	Carteira do aluno 4	366	380	408	500	Não atende	
5	Carteira do aluno 5	339	382	383	500	Não atende	
6	Carteira do aluno 6	295	328	369	500	Não atende	
7	Carteira do aluno 7	214	-	304	500	Não atende	
8	Carteira do aluno 8	149	168	201	500	Não atende	
9	Carteira do aluno 9	613	-	670	500	Atende	
10	Carteira do aluno 10	577	-	705	500	Atende	
11	Carteira do aluno 11	-	592	687	500	Atende	
12	Carteira do aluno 12	685	654	742	500	Atende	
13	Carteira do aluno 13	601	685	694	500	Atende	
14	Carteira do aluno 14	634	-	667	500	Atende	
15	Carteira do aluno 15	534	519	526	500	Atende	
16	Carteira do aluno 16	279	309	313	500	Não atende	
17	Carteira do aluno 17	540	661	724	500	Atende	
18	Carteira do aluno 18	645	747	792	500	Atende	
19	Carteira do aluno 19	642	-	775	500	Atende	

Tabela 8 - Avaliação dos níveis de iluminação na sala de aula (conclusão)

Ponto de medição	Posto de medição de acordo com o posto de trabalho	Nível de Iluminamento				
		Iluminância medida (Lux)			Iluminância mantida recomendada da pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 (lux)	Resultado da comparação
		1º Etapa 13.03 15:00	2º Etapa 13.03 19:30	3º Etapa 20.03 15:10		
20	Carteira do aluno 20	705	-	814	500	Atende
21	Carteira do aluno 21	630	654	759	500	Atende
22	Carteira do aluno 22	619	708	735	500	Atende
23	Carteira do aluno 23	624	-	570	500	Atende
24	Carteira do aluno 24	324	-	320	500	Não atende
25	Carteira do aluno 25	525	534	582	500	Atende
26	Carteira do aluno 26	543	563	621	500	Atende
27	Carteira do aluno 27	501	-	622	500	Atende
28	Carteira do aluno 28	655	-	659	500	Atende
29	Carteira do aluno 29	594	566	633	500	Atende
30	Carteira do aluno 30	625	600	634	500	Atende
31	Carteira do aluno 31	500	-	516	500	Atende
32	Carteira do aluno 32	258	-	299	500	Não atende
33	Carteira do aluno 33	328	300	356	500	Não atende
34	Carteira do aluno 34	351	346	384	500	Não atende
35	Carteira do aluno 35	346	334	372	500	Não atende
36	Carteira do aluno 36	346	363	379	500	Não atende
37	Carteira do aluno 37	343	370	375	500	Não atende
38	Carteira do aluno 38	340	356	379	500	Não atende
39	Carteira do aluno 39	277	322	300	500	Não atende
40	Carteira do aluno 40	180	197	195	500	Não atende
41	Mesa do técnico de ensino	630	570	655	500	Atende
42	Quadro negro porta	608	609	650	500	Atende
43	Quadro negro meio	510	539	583	500	Atende
44	Quadro negro janela	446	440	444	500	Não atende
Iluminância média da sala de aula		465,67	469,35	521,57	500	Não atende

Fonte: Autoria própria.

Observação: nos pontos onde a iluminância medida está com um traço é pelo fato que não tinham alunos ocupando estes lugares, por isso não foi avaliado.

Observando-se os valores de iluminância medidos conforme tabela 8, verifica-se que 20 (vinte) pontos de medição (45,45%) estão abaixo do valor recomendado pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. Pode-se verificar que estes pontos que não atendem estão localizados junto às paredes da sala de aula, conforme leiaute da figura 9. Ainda, os pontos medidos 8 e 40 são os que apresentam os piores valores para o nível de iluminância justamente por localizarem-se nos cantos da sala (figura 9).



Neste caso, o ambiente de trabalho está se comportando como o item A.3.3 – Escola com um arranjo desconhecido do local de trabalho – previsto no Anexo A da norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013, onde uma faixa marginal de largura 0,5 m é ignorada (figura 10).

Portanto, pode-se concluir que a sala de aula apresenta problemas de iluminação em sua faixa marginal de largura 0,5 m, podendo causar um esforço visual estressante e desconfortável para os alunos que sentam nesta região, principalmente quando estão desenvolvendo tarefas que exigem concentração e elevada acuidade visual, como por exemplo: medição de peças, desenhos com instrumentos. Além disso, pode-se verificar que neste ambiente não há uniformidade na distribuição dos níveis de iluminância, visto que nas regiões próximas às paredes o valor medido reduz acentuadamente.

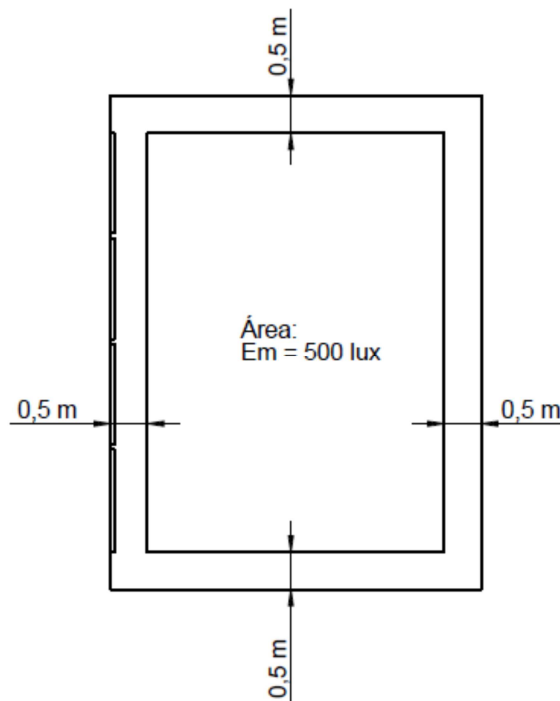


Figura 10 - Sala de aula onde o arranjo é desconhecido e a faixa marginal de largura 0,5 m é ignorada.

Fonte: adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (ASSOCIAÇÃO..., 2013).

Para minimizar o desconforto visual, principalmente dos alunos que sentam próximos às paredes da sala de aula, e preocupando-se em minimizar ou resolver os problemas de iluminação, recomenda-se o seguinte:

- a) Sempre que possível, principalmente no período diurno, trabalhar com as persianas abertas para aproveitar a luz natural. Cuidar com o ofuscamento

que isto pode proporcionar para não agravar a situação de desconforto visual;

- b) Evitar utilizar a lotação máxima da sala, minimizando a necessidade de utilizar as carteiras localizadas junto às paredes (região marginal da sala de aula);
- c) Orientar os alunos a sentarem-se nas carteiras localizadas mais ao centro da sala de aula;
- d) Revisar o projeto de iluminação deste ambiente.

#### 4.3. OFICINA DE RETÍFICA E ELETROEROSÃO

A iluminação artificial deste ambiente é composta de duas fileiras de luminárias com cinco luminárias cada uma. Como cada luminária tem duas lâmpadas fluorescentes tubulares, temos um total de 20 lâmpadas realizando a iluminação do ambiente. A distribuição das lâmpadas instaladas nesta oficina ocorre da seguinte maneira: 70% são da marca Philips e 30 % da marca Ourolux. Suas características técnicas podem ser vistas na tabela 2. As retíficas plana e cilíndrica possuem uma lâmpada fluorescente compacta de alta potência branca (marca Empalux) instalada sobre cada uma delas (tabela 4). A máquina de eletroerosão por penetração possui uma luminária própria para iluminar a área da tarefa.

Conforme descrito no item 3.4.6 as tarefas e atividades realizadas no ambiente oficina de retífica e eletroerosão enquadra-se no exposto na tabela 9, que tem por finalidade mostrar de forma objetiva os requisitos que a seção 5 da norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 estabelece para este tipo de ambiente.

Tabela 9 - Valores estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 que se aplicam a oficina de retífica e eletroerosão

<b>Tipo de ambiente, tarefa ou atividade</b>	Iluminância mantida $\overline{E}_m$ <b>lux</b>	Limite de ofuscamento <b>UGR<sub>L</sub></b>	Qualidade da cor <b>R<sub>a</sub></b>
<b>14. Trabalho em processamento de metal</b>			
Usinagem de precisão: retificação	500	19	60
Tolerâncias < 0,1 mm			

Fonte: adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (ASSOCIAÇÃO..., 2013).

As figuras 11 e 12 têm por finalidade mostrar o leiaute da oficina de retífica e eletroerosão, com os respectivos postos de trabalho e também indicar, de forma aproximada, os pontos onde foram realizadas as medições dos níveis de iluminação.

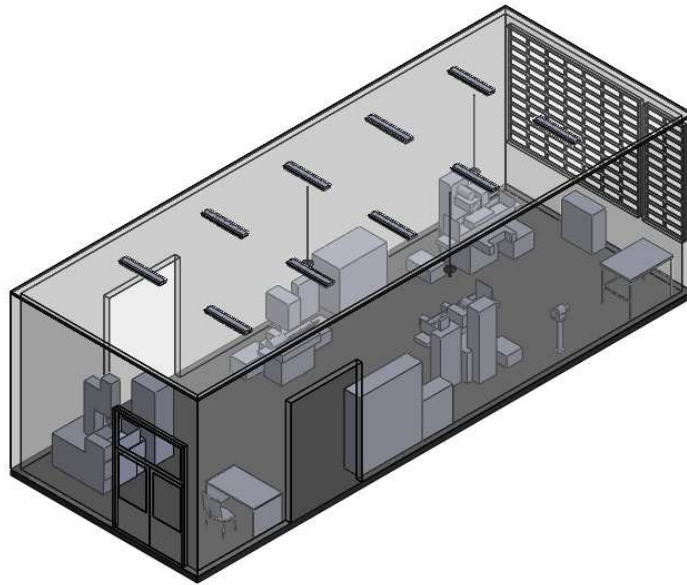


Figura 11 - Leiaute da oficina de retífica e eletroerosão em 3D

Fonte: Autoria própria.

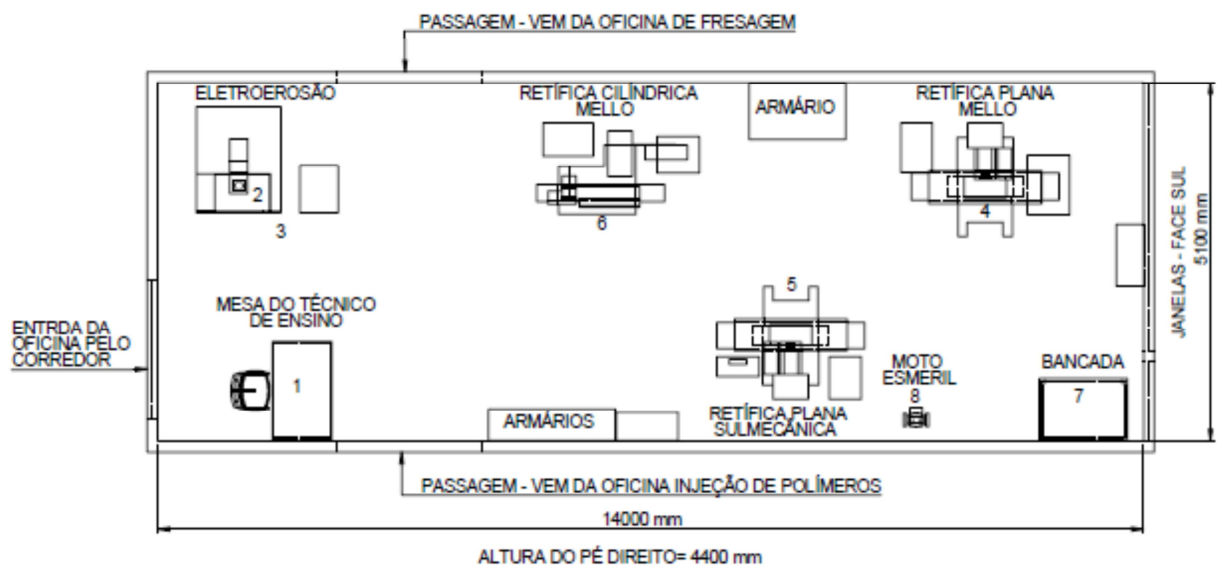


Figura 12 - Leiaute da oficina de retífica e eletroerosão em 2D com a identificação do pontos de medição

Fonte: Autoria própria.

Por meio da tabela 10 é possível verificar os valores dos níveis de iluminância medidos em campo (oficina de retífica e eletroerosão) e o resultado da comparação deste com o valor da iluminância mantida estabelecida pela norma. As medições foram coletadas entre 21h00min e 21h40min do dia 13.03.2014 nas seguintes condições: o dia estava nublado e esta oficina não possui persianas para regular a entrada de luz natural, cuja influência pode ser desprezada pelo fato das medições serem realizadas à noite. Com estas condições procurou-se coletar os dados na situação mais desfavorável possível para se executar tarefas. Neste dia, numa avaliação visual, apenas uma lâmpada fluorescente tubular não apresentava boas condições de funcionamento, provavelmente pelo desgaste natural.

Tabela 10 - Avaliação dos níveis de iluminamento na oficina de retífica e eletroerosão

Ponto de medição	Posto de medição de acordo com o posto de trabalho	Nível de Iluminamento		
		Iluminância medida (lux)	Iluminância mantida recomendada pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013 (lux)	Resultado da comparação
1	Mesa do técnico de ensino	273	500	Não atende
2	Eletroerosão por penetração (com iluminação pontual sobre a área da tarefa)	1005	500	Atende
3	Eletroerosão por penetração (entorno)	248	500	Não atende
4	Retífica plana Mello	436	500	Não atende
5	Retífica plana Sulmecânica	465	500	Não atende
6	Retífica Cilíndrica Mello	473	500	Não atende
7	Bancada	230	500	Não atende
8	Moto esmeril	207	500	Não atende
Iluminância média dos pontos medidos da oficina de retífica e eletroerosão		417,13	500	Não atende

Fonte: Fonte: Autoria própria.

Observando-se os valores de iluminância medidos conforme tabela 10, verifica-se que somente o ponto 2 está em conformidade com o valor recomendado pela norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. Isto porque neste ponto tem uma fonte de iluminação pontual da máquina para iluminar a área da tarefa. A norma ainda prevê que quando a iluminância da tarefa é de 500 lux, a iluminância no entorno imediato deve ser de 300 lux (tabela 1). Pode-se verificar que a iluminância

medida nos pontos 1, 3, 7 e 8 não chega nem aos 300 lux. Um dos fatores que com certeza colaboram para prejudicar a iluminação deste ambiente é o fato das luminárias estarem instaladas no teto a 4,4 m de altura em relação ao chão.

Portanto, pode-se concluir que a oficina de retífica e eletroerosão apresenta problemas relativamente graves de iluminação, por se tratar de um local onde ocorrem tarefas envolvendo operação de máquinas e normalmente o operador destas é um aluno que está em processo de aprendizagem. As tarefas que envolvem operação das máquinas e posterior medição das peças trabalhadas exigem do operador, seja ele o técnico de ensino ou o aluno, bastante atenção e concentração, além de elevada acuidade visual. A iluminação inadequada presente neste ambiente pode estar potencializando os riscos de acidentes de trabalho, visto que se trabalha com peças pesadas que ainda podem apresentar resíduos do processo de retífica aderidas em suas superfícies, como limalhas de aço. Além disso, pode-se observar que a distribuição da iluminação do ambiente não ocorre de maneira uniforme conforme prevê a NR-17.

Para minimizar o desconforto visual deste ambiente e tentar resolver os problemas de iluminação relacionados, recomenda-se o seguinte:

- a) Instalar iluminação localizada nos postos de trabalho onde não possuem;
- b) Verificar nos postos de trabalho que possuem iluminação localizada se estas estão posicionadas na melhor forma em relação à altura e a localização;
- c) Reestudar o leiaute do ambiente;
- d) Revisar o projeto de iluminação deste ambiente.

## **5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho torna-se relevante, principalmente pelos resultados encontrados, para alertar que os projetos de iluminação hoje instalados não estão atendendo a legislação e as normas vigentes.

### **5.1. CONCLUSÕES**

Os resultados relativos à avaliação dos níveis de iluminância nos postos de trabalho dos três ambientes analisados apresentaram discordâncias em relação aos valores de referência previstos na norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1/2013. Em algumas situações, como na sala dos técnicos e na oficina de retifica e eletroerosão, grandes desvios foram observados e, nestes casos, medidas devem ser adotadas no sentido de aumentar os níveis de iluminância nos postos de trabalho, a fim de melhorar as condições ambientais, tornando-as mais agradáveis aos seus usuários e, conseqüentemente, proporcionar um aumento na produtividade. No intuito de adequar os valores medidos, inferiores aos valores de referência, naqueles postos de trabalho, algumas recomendações foram propostas como reestudar o leiaute, revisar o projeto de iluminação, instalar iluminação localizada, entre outras.

Nos postos de trabalho onde se utiliza computadores é necessário um estudo mais aprofundado para propor soluções efetivas, visto que estes podem sofrer reflexos durante sua utilização.

### **5.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A força que as questões relativas à saúde e segurança do trabalho têm hoje, salvaguardada pela legislação vigente, aumenta a responsabilidade dos empregadores em realizar políticas eficazes para garantir a saúde e segurança de seus empregados. Neste sentido, a presente pesquisa ganha relevância, pois aponta situações que devem ser melhoradas visando o atendimento da legislação e, conseqüentemente, trazendo benefícios aos trabalhadores dos locais avaliados.

### 5.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Os resultados não podem ser generalizados para outras empresas do mesmo porte ou do mesmo setor, pois mostra-se difícil encontrar ambientes com as mesmas dimensões do presente estudo e principalmente com o mesmo leiaute.

### 5.4. FUTURAS PESQUISAS

“Um dos objetivos da pesquisa exploratória é gerar sugestões para futuras pesquisas” (PROSDOSSIMO, 2011, p. 130). Portanto, a partir das considerações precedentes e a fim de contribuir para o maior desenvolvimento do tema sugere-se a aplicação de outras pesquisas voltadas à avaliação de saúde e segurança do trabalho que podem ser feitas, tais como:

- Investigar o nível de ruído que os profissionais que trabalham na instituição estão expostos, principalmente nas oficinas mecânicas que possuem máquinas operatrizes voltadas à usinagem de metais e madeira;
- Investigar a questão do conforto térmico, o qual pode ser um agravante ao bem estar dos empregados, principalmente, em dias de muito calor;
- Estender as avaliações de iluminação para outros ambientes de Escola de Educação Profissional que não foram consideradas nesta pesquisa.

Com estas indicações, espera-se que novas pesquisas possam ser desenvolvidas com o intuito de melhorar o ambiente de trabalho, tornando-o mais estimulante e confortável para todos que o utilizam e, ainda, proporcionar um aumento da produtividade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADENE. **A luz certa em sua casa**. Algés: Edição ADENE (Agência para a Energia), 2009.

ALMEIDA, Ricardo J. S. **Influencia da iluminação artificial nos ambientes de Produção**: Uma análise econômica. 2003. 92 f. Monografia de graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Ouro Preto, 2003. Disponível em:

<[http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/a\\_influencia\\_da\\_ilumina%E7%E3o\\_artificial\\_nos\\_ambientes\\_de\\_produ%E7%E3o.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/a_influencia_da_ilumina%E7%E3o_artificial_nos_ambientes_de_produ%E7%E3o.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2014.

AREASEG. **Site de Segurança do Trabalho**, 2014. Disponível em: <[www.areaseg.com/seg/](http://www.areaseg.com/seg/)>. Acesso em 04 abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição**. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.413: Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

BERNARDO, L. **Histórias da Luz e das Cores**. Porto: Editora da Universidade do Porto, 2009.

BRASIL. Decreto-lei nº 5.452. **Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho**. Diário Oficial da União. Brasília, 1º de maio de 1943.

Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm) > Acesso em: 19 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. BRASIL. Decreto-lei nº 6.514. **Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, 22 de dezembro de 1977.

Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6514.htm#art175](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm#art175) > Acesso em: 19 mar. 2014.

\_\_\_\_\_. BRASIL. Lei nº 8.213. **Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências**. Diário Oficial da União. Brasília, 24 de julho de 1991. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm)> Acesso em: 19 mar. 2014.



CALVARIO, Aislan C. do. et al. **Avaliação das Condições de Iluminação Artificial de uma Sala de Desenho com Uso do Software Surfer**. ENCICLOPEDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer –Goiânia, vol. 7, N.12, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/sociais/avaliacao%20das%20condicoes.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

CASSOL, Fabiano. **Aplicação da Análise Inversa Via Otimização Generalizada em Projetos de Iluminação**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica - PROMEC) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Rio Grande do Sul, 2009.

CHAVES, Patrícia W. **Iluminação Natural em Escritórios: O Uso do Painel Prismático em Aberturas Laterais**. 2012. 163 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2012.

EMPALUX. Disponível em: <[www.empalux.com.br/?a1=p&c=000006&s=000021](http://www.empalux.com.br/?a1=p&c=000006&s=000021)> Acesso em 10.03.2014.

FALCÃO, Catarina N. R. F. **Avaliação de riscos em contexto escolar e industrial**. 2013. 127 f. Relatório de Estágio elaborado com vista à obtenção de Grau de Mestre na Especialidade de Ergonomia, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

FIEDLER, Nilton C. et al. **Avaliação Ergonômica do Ambiente de Trabalho em Marcenarias do Sul do Espírito Santo**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.907-915, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48815860016>>. Acesso em: 04. Mar. 2014.

GRANDJEAN, E. **Ergonomics and health in modern offices**. London: Taylor and Francis, 1984.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.. **Eficiência Energética na Arquitetura**. PW Gráficos e Editores Associados Ltda., São Paulo, 1997.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Saúde e Segurança do Trabalho**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/seg\\_sau/seguranca-e-saude-no-trabalho.htm](http://portal.mte.gov.br/seg_sau/seguranca-e-saude-no-trabalho.htm)>. Acesso em: 04.04.2014.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR-17: Ergonomia**. Brasília, 2013. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2014.

NOGUEIRA, Carlos E. C. et al. **Avaliação dos níveis de iluminação natural e artificial nas residências convencional e inovadora do “Projeto CASA”**. Unioeste, campus de Cascavel, Estado do Paraná, Acta Scientiarum. Technology, Universidade Estadual de Maringá, vol. 32, num.3, p.245-249, 2010. <<http://redalyc.org/articulo.oa?id=303226528009>>. Acesso em: 10 mar. 2014.

OSHA (Occupational Safety & Health Administration) (2007). E Tools Home: Computer Workstation. Web: <[www.osha.gov/SLTC/etools/computerworkstations/index.html](http://www.osha.gov/SLTC/etools/computerworkstations/index.html)> Acesso em: 06 dez. 2009.

OSRAM. **Catálogo Geral: Lâmpadas Fluorescentes Tubulares e Circulares.** 2013. Disponível em: <<http://www.osram.com.br/media/resource/HIRES/349939/catlogo-geral-2013---Impadas-fluorescentes-tubulares-e-circulares.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

OUROLUX. **Catálogo Orolux: Tubular Halofósforo T8.** Disponível em: <<http://www.ourolux.com.br/Adm/userfiles/20130424103403LaminaT8Halofosforo.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2014.

PAIS, Aida. M. G. **Condições de Iluminação em Ambiente de Escritório: Influência no conforto visual.** 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ergonomia na Segurança no Trabalho) – Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

PHILIPS. **Guia Prático Philips Iluminação: Lâmpadas, reatores, luminárias e LEDs.** Novembro/2009. Disponível em: <[http://www.lighting.philips.com.br/pwc\\_li/br\\_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso\\_Sistema\\_09\\_final.pdf](http://www.lighting.philips.com.br/pwc_li/br_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso_Sistema_09_final.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2014.

PEREIRA, Daniel A. M. et al. **Conforto Lumínico e Estresse Visual de Usuários de Um Bloco Educacional Público.** VII SEPRONE - Simpósio de Engenharia de Produção da Região Nordeste, Mossoró-RN, 26 a 29 de junho de 2012. Disponível em: <<http://www.seprone2012.com.br/sites/default/files/ep3.pdf>>. Acesso em: 02.04.2014.

PILOTTO NETO, Egydio. **Cor e Iluminação nos Ambientes de Trabalho.** Livraria Ciência e Tecnologia Editora, São Paulo, 1980.

PROSDOSSIMO, Juliana F. P. **Um Estudo de Caso Para o Setor Elétrico Brasileiro: Indicadores de Sustentabilidade.** 2011. 138 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Tecnologia - PPGTE) –Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, 2011.

QUEIROZ, Marluce T. A. et al. **Estudo de caso: Impactos da iluminação inadequada em área de internação hospitalar.** VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, RJ, 2010. Disponível em: <[http://www.aedb.br/seget/artigos10/3\\_ILUMINACAO%20REVISADO.pdf](http://www.aedb.br/seget/artigos10/3_ILUMINACAO%20REVISADO.pdf)>. Acesso em: 02 mar. 2014.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI . **Metodologia SENAI de Educação Profissional,** Brasília, agosto de 2013.

SCHMID, A. L. **A idéia do conforto: reflexões sobre o ambiente construído.** Curitiba, Pacto Ambiental, 2005.

SOMMERICH, C. **General Ergonomics Principles**. In J. Anshel (Ed.), *Visual Ergonomics Handbook* (pp. 63-75). Boca Raton: CRC Press., 2005.

TOLEDO, Beatriz G. **Integração de Iluminação Natural e Artificial: Métodos e Guia Prático para Projeto Luminotécnico**. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília) – Universidade de Brasília - UNB, Brasília, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS – UNIFAL - MG. **Segurança do Trabalho**. Minas Gerais, 2014. Disponível em: < <http://www.unifal-mg.edu.br/segurancadotrabalho/oqueeseguracadotrabalho> >. Acesso em: 04 abr. 2014.

## ANEXO 1

Certificado de calibração do luxímetro Homis utilizado nas medições de campo.



**CHROMPACK**  
Instrumentos Científicos Ltda.  
Desde 1996





Calibração  
NBR ISO/IEC  
17025  
CAL 0256

RBC - Rede Brasileira de Calibração

## Certificado de Calibração

Certificate of Calibration

Certificado Nº : 57.588
Página 1 de 2

### Laboratório de Óptica

---

**Dados do Cliente:**

Nome: SESI - Serviço Social da Indústria  
 Endereço: Rua Maria Helena, 707  
 Cidade: São José dos Pinhais  
 Estado: PR  
 CEP: 83005-480

**Dados do Instrumento Calibrado:**

Nome: Luxímetro Digital  
 Marca: Homis  
 Modelo: LX1010B  
 Nº de Série: S497446  
 Nº de Identificação: 534689  
 Nº de Processo: 22586  
 Data da Calibração: 14-fev-14

**Procedimento Utilizado:**

O procedimento operacional de calibração PRO – LUX 1800 - Rev. 07

**Padrões Utilizados:**

Nome	Nº Identificação	Marca	Modelo	Nº Certificado	Data de Calibração
Cabeça Fotométrica	TAG 034	Tektronix	J 1811	125144-101	26-Jun-2013
Barômetro Digital	TAG 273	Lufft	Opus 20	LV30295-13-R0	02-ago-2013
Termohigrômetro	TAG 273	Lufft	Opus 20	LV30685-13-R0	07-ago-2013
Gerador	TAG 093	Agilent	E 3633A	RBC 13/0354	28-Mai-2013
Unidade Lectora	TAG 030	Tektronix	J 17	125144-101	26-Jun-2013

**Condições Ambientais:**

Temperatura: 22°C      Umidade Relativa: 57%      Pressão Atmosférica: 927 mbar

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO ACREDITADO PELA CGCRE DE ACORDO COM A ABNT NBR ISO/IEC 17025 SOB O NÚMERO 56  
 A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da ILAC - Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios.  
 A Cgcre é signatária do Acordo de Reconhecimento Mútuo da IAAC - Cooperação Interamericana de Acreditação.  
 O ajuste ou reparo quando realizado não faz parte do escopo de acreditação do laboratório. Este certificado atende aos requisitos de acreditação pela CGCRE que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade à padões nacionais de medida (ou ao Sistema Internacional de Unidades - SI). O certificado de calibração poderá ser reproduzido desde que seja legível, na forma integral e sem nenhuma alteração. Os resultados apresentados neste certificado aplicam-se somente ao item calibrado e não se estendem aos instrumentos de mesma marca, modelo ou lote de fabricação. A incerteza expandida de medição declarada (U95,45) foi estimada para um nível de confiança de 95,45%. Este cálculo da incerteza é baseado no fator de abrangência (k) obtido através do grau de liberdade efetivo (v\_eff) e tabela t-student.  
 Cgcre is Signatory of the ILAC - International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement.  
 Cgcre is signatory of the IAAC - Interamerican Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement.  
 The adjustment or repair when performed isn't part of the accredited scopes by laboratory. This certificate meeting the CGCRE requirements who evaluated the laboratory capacity and verified the traceability to national standards of measure ( or to international System of Units SI ). The certificate of calibration can be reproduced since be legible, in integral form and without changes. The results presented in this certificate are applied just to item calibrated and not extend to instruments of same brand, model or manufactured lot. The reported expanded uncertainty of measurement (U95,45) was estimated for a confidence level of 95,45%. This uncertainty calculation is based on the coverage factor (k) obtained through the effective degrees of freedom (v\_eff) and t-student table.

F. N. F. M. L. D. V. C. Rev. 03 Aprov. 09/11/2012

Av. Engª Saraiva de Oliveira, 465 - 05741-200 - Jd. Taboão - São Paulo - SP - Brasil  
 Fone: 55 11 3384-9320 - www.chrompack.net

DOCUMENTO ORIGINAL

SÉRIE Nº 010413



## Certificado de Calibração

Certificate of Calibration

Certificado Nº : 57.588

Página 2 de 2

### Resultados Obtidos:

Os resultados foram obtidos pelo método comparativo após o alinhamento a laser das fotocélulas do padrão rastreado e do instrumento em teste ao longo do banco fotométrico iluminado por um feixe de luz halógena de alta estabilidade.

### Dados Obtidos:

Padrão IM (lx)	Mensurando			
	IL Antes do Ajuste/ Reparo (lx)	IL Depois do Ajuste/ Reparo (lx)	k	$U_{95,45}$
330	266	319	2,00	6,1%
662	525	629	2,00	6,1%
878	695	831	2,00	6,1%
1103	859	1034	2,00	6,1%
1321	1029	1229	2,00	6,1%
1542	1198	1428	2,00	6,1%
1758	1359	1624	2,00	6,1%

AJUSTE E REPARO NÃO FAZEM PARTE DO ESCOPO DE ACREDITAÇÃO DESTE LABORATÓRIO

### Legenda:

lx: Lux	k: Fator de Abrangência	$U_{95,45}$ : Incerteza da Medição	IM: Iluminância Média	IL: Iluminância Lida
---------	-------------------------	------------------------------------	-----------------------	----------------------

### Observações:

- Temperatura de Cor do iluminante A durante a calibração foi 2860K.
- Certificado assinado Eletronicamente.

Calibrado por:	Responsável Técnico pela calibração:
 Auxiliar Téc. Lucas Silva	 Engº Alexandre Farcina da Silva CREA nº 5062014792 Signatário autorizado