



Departamento de Engenharia Elétrica  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

# ESTUDO DE VIABILIDADE DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PREDIAL EM UM AMBIENTE INDUSTRIAL

Taubaté  
2016



Departamento de Engenharia Elétrica  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**ANDRÉ FERNANDO DE ARAUJO SANTOS  
POLIANA CASTRO LOPES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE  
ILUMINAÇÃO PREDIAL EM UM AMBIENTE INDUSTRIAL**

Taubaté - SP  
2016

**ANDRÉ FERNANDO DE ARAUJO SANTOS  
POLIANA CASTRO LOPES**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE  
ILUMINAÇÃO PREDIAL EM UM AMBIENTE INDUSTRIAL:**

Trabalho de Graduação apresentado ao Coordenador de Trabalho de Graduação do curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica do Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica.

Orientador: Luiz Octávio M. dos Reis

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado  
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

S237e Santos, André Fernando de Araújo  
Estudo de viabilidade de modernização do sistema de  
iluminação predial em um ambiente industrial. / André  
Fernando de Araújo Santos, Poliana Castro Lopes. - 2016.  
115f. : il; 30 cm.  
Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica e  
Eletrônica) – Universidade de Taubaté. Departamento de  
Engenharia Elétrica e Eletrônica, 2016  
Orientador: Prof. Dr. Luiz Octavio Mattos dos Reis,  
Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica.  
1. Modernização. 2. Iluminação. 3. Simulação. 4.  
Dialux. 5. Lâmpadas leds. I. Título.



Departamento de Engenharia Elétrica  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA DE  
ILUMINAÇÃO PREDIAL EM UM AMBIENTE INDUSTRIAL**

**ANDRÉ FERNANDO DE ARAÚJO SANTOS  
POLIANA CASTRO LOPES**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “GRADUADO EM  
ENGENHARIA ELÉTRICA”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

  
Prof. Dr. MAURO PEDRO PERES  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. LUIZ OCTÁVIO MATTOS DOS REIS  
Orientador/UNITAU-DEE

  
Eng. JOAO ROBERTO DE MORAES

UNITAU-DEE  
  
Eng. DANIEL MOREIRA ALVARENGA

Examinador Externo

Dezembro de 2016

de modo especial, aos meus avôs João Donato e Antônio de Araújo, peças chave em minha família.

ao meu marido e aos meus filhos, por sua paciência, compreensão, carinho e apoio ao longo desta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça. Agradecemos pela nossa vida, nossa inteligência, nossa família e nossos amigos.

Ao nosso orientador, *Prof. Dr. Luiz Octávio M. Dos Reis* pelo apoio e incentivo dado ao longo do desenvolvimento deste projeto.

À Tássia Lousada, e seu esposo Vinicius Scivoletto, pela oportunidade concedida e pela paciência com nossas dificuldades.

À Allan Derick pelos atos de presteza e amizade.

Aos funcionários dos Laboratórios pela dedicação e principalmente pela vontade de ajudar.

À Superfecta LTDA, especialmente na pessoa de “Pelé”, pela concessão do espaço físico e dados utilizados no estudo de caso.

“Na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma.”

Antoine Lavoisier



## RESUMO

SANTOS, A.; LOPES, P.. Estudo de viabilidade de modernização do sistema de iluminação predial em um ambiente industrial. Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Elétrica e Eletrônica- Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2016.

Neste trabalho abordou-se a avaliação da necessidade de modernização de um sistema de iluminação de um galpão de armazenagem em uma indústria de movelaria, mais especificamente do setor de panificação industrial. As principais etapas do processo de avaliação compreendem o levantamento da condição do sistema atual através de medições, a criação de um modelo virtual 3D do ambiente através do software DIALux , para que pudessem ser feitas simulações do comportamento dos materiais escolhidos e a definição e desenvolvimento de três projetos/propostas empregando lâmpadas de três tecnologias distintas como solução a modernização. Tem-se como objetivo ressaltar a diferença entre a eficiência de cada uma das lâmpadas num contexto onde existe a necessidade de prover um ambiente saudável aos trabalhadores da empresa sem ignorar o aspecto econômico do investimento. Além disto, propiciar, dentro do possível, uma adequação da empresa aos novos enfoques das políticas ambientais da sociedade moderna.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modernização, Iluminação, Simulação, DIALux, Lâmpadas.

## ABSTRACT

SANTOS, A.; LOPES, P..Viability Study for Modernization of an Illumination System from an Industrial Environment. Monograph for a Graduation Conclusion – Electrical and Electronic Engineering, Electrical Department from Universidade de Taubaté, Taubaté, 2016.

In this work it is approached the evaluation of the need of modernization of an illumination system in a joinery hangar belonging to an industry, more specifically one of the industrial bread-making section. The main stages of the evaluation process consists in a primary gathering of data about the condition of the current system through measurements and photos, the creation of a virtual 3D model of the hangar with the use of DIALux software so that could be made simulations of the behavior of the chosen materials, and finally the definition and development of three projects / proposal using lamps of three different technologies as solution to the modernization. It has as objective to emphasize the difference among the efficiency of each one of the lamps in a context where the need of providing a healthy atmosphere to the workers the company exists but without ignoring the economical aspect of the investment. Besides all that, there is also an attempt to keep the company up to the new focuses of the environmental politics of the modern society.

**KEYWORDS:** Modernization, Illumination, Simulation, DIALux, Lamps.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espectro eletromagnético .....	33
Figura 2 – Curva de sensibilidade do olho a radiação monocromáticas .....	34
Figura 3: Fluxo luminoso .....	35
Figura 4 - Representação esquemática da intensidade luminosa.....	36
Figura 5- Goniofotômetro.....	36
Figura 6: Curva de distribuição de Intensidades Luminosas no plano transversal e longitudinal para uma lâmpada fluorescente isolada (A) ou associada a um refletor (B) .....	37
Figura 7- Aferição de Iluminância com Luxímetro.....	38
Figura 8-Luxímetro digital .....	39
Figura 9 – Representação da Luminância.....	40
Figura 10- Temperatura de cor .....	41
Figura 11: Eficiência Energética (lm/W).....	42
Figura 12: Definição da distancia h para o cálculo do K.....	44
Figura 13– Estrutura de uma lâmpada incandescente .....	47
Figura 14 - Fluxo luminoso com a redução do diâmetro.....	50
Figura 15: Tipos de lâmpadas de vapor ou de descarga .....	53
Figura 16 – Estrutura do funcionamento do LED .....	54
Figura 17 – Exemplo da distribuição dos pontos de medição iluminação artificial.....	59
Figura 18- Ambiente da Marcenaria no DIALux .....	65
Figura 19-Vista aérea e orientação geográfica da empresa Superfecta LTDA .....	66
Figura 20- Vista lateral do galpão da marcenaria.....	67
Figura 21- Planta baixa do galpão marcenaria .....	68
Figura 22- Levantamento dos pontos originais de instalação das luminárias. ....	69
Figura 23 – Pontos de medição do galpão da marcenaria .....	70
Figura 24 - Visão geral da luminária utilizada na proposta 1.....	72
Figura 25- Escala dos níveis de iluminância .....	72
Figura 26 – Espaçamento e quantidade de lâmpadas fluorescentes T8 indicadas pelo programa.....	73
Figura 27 – Visão geral da luminária utilizada na Proposta 2.....	74
Figura 28 – Espaçamento e quantidade de lâmpadas fluorescentes T5 indicadas pelo programa.....	75
Figura 29- Visão geral da luminária utilizada na Proposta 3 .....	76
Figura 30 – Espaçamento e quantidade de lâmpadas LED indicadas pelo programa .....	77

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1-Índices de iluminância conforme a NBR-5413 .....	38
Tabela 2-Fator de Utilização.....	45
Tabela 3- Fator de Depreciação.....	46
Tabela 4- Refletância.....	46
Tabela 5- Classificação do tipo de luminárias.....	56
Tabela 6- Correlação dos pontos medidos e pontos físicos.....	70
Tabela 7- Representação dos dados comparativos entre as propostas.....	78
Tabela 8-Representação dos dados comparativos entre as propostas.....	78
Tabela 9- Representação dos dados comparativos entre as propostas.....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- .DWF - Design Web Format (Desenho em Formato para Transmissão via Rede)
- .DXF - Drawing Exchange Format (Desenho em Formato de Intercambio)
- .ULD – Unified Luminaire Data (Dados unificados de Luminária)
- A – Área
- ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BF – Fator de Fluxo Luminoso
- CAD – Computer Aided Design (Desenho assistido por computador)
- cd – Candela
- CDL – Curva de Distribuição Luminosa
- CIE - Commission Internationale de L'Eclairage (Comissão internacional de Iluminação)
- E – Iluminância
- $F_d$  – Fator de Depreciação
- $F_u$  – Fator de Utilização
- I - Intensidade luminosa
- IRC – Índice de Reprodução de Cor
- IRC- Índice de Reprodução de Cores
- K – Kelvin
- L – Luminância
- LED- Light Emitting Diode (Diodo emissor de luz)
- Lm- Lúmens
- lm/W – Lumens por Watt
- lx – Lux
- $m^2$  –Metro Quadrado
- NBR – Norma Brasileira
- nm - Nanômetro
- NR- Norma Regulamentadora
- $\emptyset$  - Fluxo Luminoso

RCB-Relação custo/benefício

T – Temperatura de Cor

W – Watt

$\eta_L$  – Eficiência da Luminárias

$\eta_R$  - Eficiência do Recinto

$\eta_w$  – Eficiência Luminosa

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>30</b>
2.1 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	31
2.2 METODOLOGIA.....	31
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b> .....	<b>33</b>
3.1 GRANDEZAS FOTOMÉTRICAS .....	34
3.1.1 Fluxo Luminoso .....	34
3.1.2 Intensidade Luminosa .....	35
3.1.3 Curva de Distribuição Luminosa .....	36
3.1.4 Iluminância .....	37
3.1.5 Luminância .....	39
3.2 CONCEITOS REFERENTES À LÂMPADA.....	40
3.2.1 Temperatura de Cor.....	41
3.2.2 Índice de Reprodução de Cor .....	41
3.2.3 Eficiência Energética.....	41
3.2.4 Vida útil, média e mediana. ....	42
3.3 CONCEITOS REFERENTES AOS ACESSÓRIOS E AO RECINTO.....	43
3.3.1 Fator de fluxo luminoso .....	43
3.3.2 Eficiência Luminária.....	43
3.3.3 Eficiência e Índice do Recinto.....	44
3.3.4 Fator de Utilização.....	45
3.3.5 Fator de Depreciação.....	45
3.3.6 Índice de Reflexão.....	46
3.4 FONTES GERADORAS DE LUZ .....	47
3.4.1. Lâmpadas Incandescentes .....	47
3.4.2. Lâmpadas de Descarga .....	48
3.4.2.1 Lâmpadas Fluorescentes.....	48
3.4.2.2 Lâmpadas fluorescentes compactas integradas .....	48
3.4.2.3 Lâmpadas fluorescentes compactas não integradas.....	48
3.4.2.4 Sistema fluorescente circular.....	49
3.4.2.5 Lâmpadas fluorescentes tubulares.....	49
3.4.2.5 Lâmpadas de Luz Mista.....	51
3.4.2.6Lâmpadas a Vapor de Mercúrio .....	51
3.4.2.7 Lâmpadas a Vapor de Sódio.....	52
3.4.2.8 Lâmpadas de Vapores Metálicos.....	52
3.4.2.9 Lâmpadas de Luz Negra .....	52
3.4.3. Lâmpadas de Estado sólido (LED) .....	53
3.5 TIPOS DE LUMINÁRIAS.....	56
3.6 O PROJETO LUMINOTÉCNICO .....	57
3.6.1 Metodologia de medição de Iluminação de Interiores .....	58

<b>3.6.2 Procedimentos</b> .....	<b>58</b>
<b>3.6.3 Condições Gerais de Levantamento</b> .....	<b>58</b>
<b>3.6.4 Levantamento da Iluminação Artificial</b> .....	<b>59</b>
<b>3.6.4.1 Observações</b> .....	<b>59</b>
<b>3.6.4.2 – Cálculo da Iluminância Média:</b> .....	<b>60</b>
<b>4- SOFTWARES DE ILUMINAÇÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>4.1- INTRODUÇÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>4.2 – CARACTERÍSTICAS DO DIALUX</b> .....	<b>61</b>
<b>4.2.1 Definições do ambiente</b> .....	<b>62</b>
<b>4.2.2 Definições da mobília e aspecto do ambiente</b> .....	<b>63</b>
<b>4.2.3 Definições das luminárias e início da simulação</b> .....	<b>64</b>
<b>5 – ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>66</b>
<b>5.1 – DESCRIÇÃO FÍSICA DO LOCAL</b> .....	<b>66</b>
<b>5.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ATUAL</b> .....	<b>68</b>
<b>5.2.1 – Avaliação quanto ao sistema de iluminação</b> .....	<b>69</b>
<b>5.2.2- Sistemas de iluminação propostos</b> .....	<b>71</b>
<b>5.2.2.1 Proposta 1</b> .....	<b>71</b>
<b>5.2.2.2 Proposta 2</b> .....	<b>73</b>
<b>5.2.2.3 Proposta 3</b> .....	<b>75</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>84</b>
<b>ANEXO A</b> .....	<b>86</b>
<b>ANEXO B</b> .....	<b>95</b>
<b>ANEXO C</b> .....	<b>106</b>
<b>ANEXO D</b> .....	<b>114</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, a sociedade humana busca uma forma de estender a duração do dia, ou pelo menos, da luz que o acompanha. O domínio do fogo pelo homem primitivo foi o marco inicial desta busca. Com o domínio do fogo e, da consequente iluminação artificial, foi possível modificar os padrões de caça, afugentar os animais selvagens, bem como proporcionar mais tempo para o desenvolvimento de outras atividades que promoviam o fortalecimento do grupo. Desde então as fontes de luz artificial foram, e continuam sendo, indispensáveis tanto para proteção como para o desenvolvimento das atividades que nos caracterizam como uma sociedade moderna.

No passado, apenas a luz das fogueiras nas cavernas era o suficiente, porém com o passar do tempo a inquieta mente humana viu que era necessário aprimorar este recurso. A partir desse impulso, muitas outras fontes foram desenvolvidas, de acordo com o domínio de novas tecnologias. O processo de aprimoramento passou pela criação das lamparinas a óleo animal, vegetal ou gás; lampiões a querosene; e o gigantesco salto que foi a concepção da lâmpada elétrica, tal como a conhecemos atualmente, por Thomas Alva Edison, em 1879. Desde Edison até os dias de hoje o emprego iluminação artificial nos centros urbanos aumentou de tal forma que atingiu um ponto onde não é possível conceber a sociedade como a conhecemos sem o uso das lâmpadas elétricas.

Durante as últimas décadas, a gama de possibilidades de criação de lâmpadas elétricas aumentou exponencialmente com o a combinação das novas tecnologias e de diferentes elementos químicos como o mercúrio, sódio, argônio, silício e eventualmente outros semicondutores. Em meio a esta grande quantidade de modelos de lâmpadas comerciais e outras tantas em desenvolvimento pelas indústrias ficam difíceis determinar com exatidão quais modelos deve ser usado em cada tipo de ambiente ou em cada tipo de atividade, para que se possa obter a máxima eficiência do sistema com o mínimo consumo de energia elétrica. O nível de complexidade desta tarefa é tão grande que a ABNT criou a NBR-ISO 8995-1, uma norma que define os padrões mínimos de iluminação para cada situação.

A empresa Superfecta, fabricante de móveis comerciais e equipamentos para cozinhas industriais, localizada em Taubaté, interior do Estado de São Paulo, buscando uma melhoria do seu ambiente de produção e uma maior eficiência energética, permitiu a realização de um estudo que sugerisse a melhor alternativa para a modernização do sistema de iluminação de suas áreas produtivas. As instalações elétricas da marcenaria, área produtiva que será o objeto do estudo, já tem mais de 15 anos de uso contínuo e não se encontram em conformidade com nenhuma NR vigente, fato que coloca em risco a saúde dos colaboradores e torna a instalação pouco eficiente em termos energéticos. Seguindo as tendências ecológicas de empresas multinacionais, como Scania e Cummins, que após a adotarem soluções modernas em seus sistemas de iluminação atingiram uma economia de até 70% no consumo de energia elétrica, a Superfecta também sente a necessidade de adequar suas instalações de forma a utilizar a energia elétrica disponível de forma racional.

O estudo realizado não visa apenas o aspecto econômico da empresa, procura também proporcionar aos colaboradores um ambiente de trabalho saudável, com o nível de iluminação adequado para o desenvolvimento de cada atividade do processo produtivo e com o mínimo de interferência na temperatura ambiente.

## **2 OBJETIVO**

Este trabalho objetiva avaliar:

1. Se o atual sistema de iluminação do ambiente atende aos requisitos básicos das normas vigentes
2. Qual o modelo de lâmpadas e luminárias fornecem a melhor relação custo benefício para um futuro projeto de uma modernização do sistema de iluminação;
3. Determinar, utilizando critérios técnicos, a posição física e a quantidade de luminárias necessárias para atender os requisitos básicos das normas vigentes no caso de uma modernização do sistema de iluminação.

## 2.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos;

Capítulo 1 – Apresenta a introdução, motivo, justificativa, objetivos, metodologia e escopo do trabalho;

Capítulo 2 – Aborda os conceitos luminotécnicos necessários para a compreensão das análises feitas no trabalho;

Capítulo 3 – Trata da metodologia utilizada para elaboração dos cálculos, cita resumidamente o programa utilizado no projeto e demonstra as características de funcionamento do programa DIALux;

Capítulo 4 – Apresenta o estudo de caso da iluminação do galpão da marcenaria, descrevendo o estado atual do ambiente em estudo propondo um novo sistema de iluminação, utilizando como ferramenta o software DIALux;

Capítulo 5 – Apresenta o estudo de viabilidade econômica do sistema proposto;

Capítulo 6- Conclusões

## 2.2 METODOLOGIA

A metodologia empregada no desenvolvimento deste trabalho consiste em um estudo de caso sobre a eficiência energética de um galpão industrial. Este estudo se deu através da avaliação da real necessidade de modernização do sistema de iluminação atual, baseando-se na observação do local, inspeção visual, registro fotográfico, aferição do iluminamento em pontos específicos do galpão no horário entre 16 e 17 horas, dimensões do galpão e dados da atual instalação. Os dados da medição foram postos em tabelas para serem melhores analisados e facilitar os cálculos necessários.

Em seguida, baseando-se nas informações adquiridas iniciou-se o estudo proposto. Partindo do fato que havia a necessidade de substituição do atual sistema de iluminação, escolheram-se luminárias e lâmpadas que apresentassem as melhores características técnicas para serem instaladas no ambiente. Através da utilização do software simulatório DIALux foi feito um modelo virtual do conjunto luminária-lâmpada para um arranjo específico na marcenaria e se o arranjo atenderia os requisitos mínimos da norma NBR-ISO 8995-1 (Iluminância de interiores).

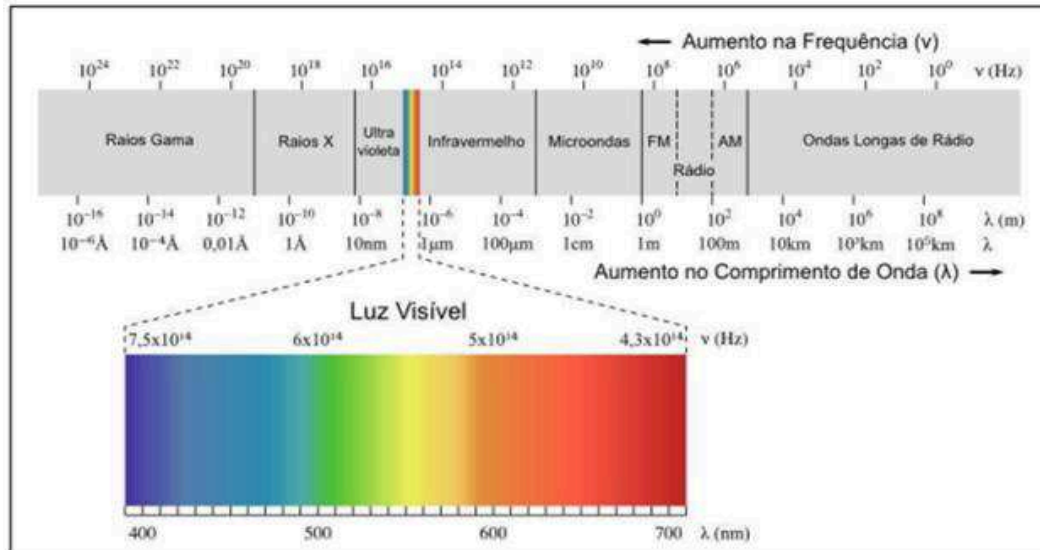
Depois da escolha dos conjuntos, foi feito um levantamento de preços dos valores dos conjuntos, montado um comparativo dos conjuntos estudados, para que fosse possível traçar um estudo da viabilidade econômica financeira e saber qual o conjunto apresenta o melhor custo-benefício. E finalmente a elaboração das sugestões dos novos projetos de iluminação.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Antes de se definir as grandezas e conceitos inseridos na luminotécnica, é necessário conhecer a principal componente deste estudo: a luz.

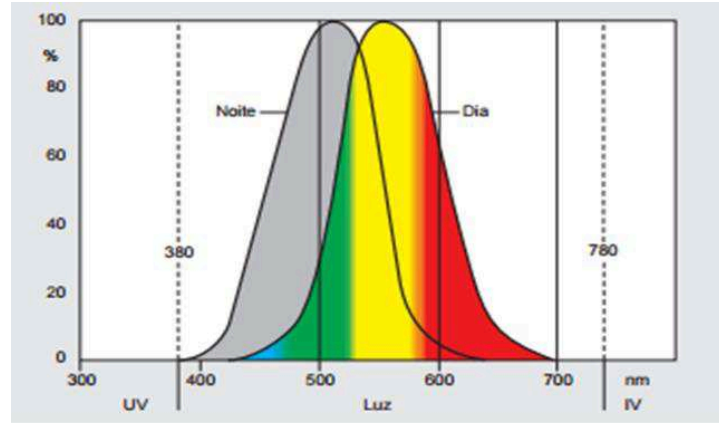
Esta é uma fonte de radiação que emite ondas eletromagnéticas. Possuem diferentes comprimentos, e o olho humano é sensível a somente alguns comprimentos (Figura 1). A sensibilidade visual para a luz varia não só de acordo com o comprimento de onda da radiação, mas também com a luminosidade. A curva de sensibilidade do olho humano demonstra que radiações de menor comprimento de onda (violeta e azul) geram maior intensidade de sensação luminosa quando há pouca luz (ex. crepúsculo, noite, etc.), enquanto as radiações de maior comprimento de onda (laranja e vermelho) se comportam ao contrário (Figura 2).

Figura 1 – Espectro eletromagnético



Fonte:( CATALOGO DE LUZES, 2010).

Figura 2 – Curva de sensibilidade do olho a radiação monocromáticas



Fonte: (OSRAM,2014)

### 3.1 GRANDEZAS FOTOMÉTRICAS

Nesta seção serão descritos o conceito, símbolo e unidade de cada grandeza essencial para o entendimento dos elementos da luminotécnica.

#### 3.1.1 Fluxo Luminoso

De acordo com o Manual Luminotécnico Prático (OSRAM), o fluxo luminoso (Figura 3) é a radiação total da fonte luminosa, entre os limites de comprimento de onda visíveis (380 e 780 nm), na tensão nominal de funcionamento, no caso de lâmpadas. Seu símbolo é  $\phi$  e sua unidade é o lúmen (lm).

Figura 3: Fluxo luminoso



Fonte:(OSRAM,2014)

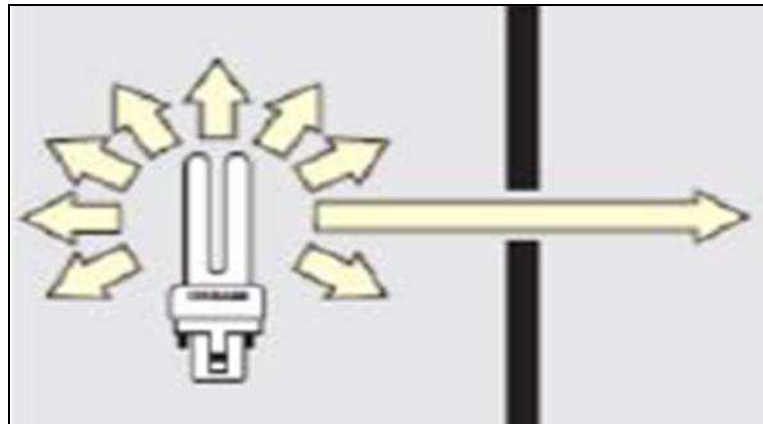
### 3.1.2 Intensidade Luminosa

Segundo o Manual Luminotécnico Prático (OSRAM), a intensidade luminosa (Figura 4) é definida como a radiação do fluxo luminoso na direção de um determinado ponto. Seu símbolo é  $I$  e sua unidade é a candela (cd) (OSRAM,2004).

A intensidade luminosa é medida através de um aparelho chamado goniofotômetro (Figura 5). Este aparelho possui um sensor instalado em uma estrutura metálica que pode girar verticalmente e horizontalmente cobrindo o espaço de uma esfera imaginária, sendo o centro geométrico a fonte luminosa, medindo as características da luz emitida.

Os dados capturados pelo sensor são enviados para o sistema de controle, que trata a informação e armazena em um banco de dados. Estes dados são posteriormente utilizados por um software para criar as curvas fotométricas em 3D. Gerando dados que dão subsídios para o desenvolvimento de luminárias de uso comercial, público, residencial e industrial com mais eficiência e menor impacto ambiental. (INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA, 2016).

Figura 4 - Representação esquemática da intensidade luminosa



Fonte: (OSRAM,2004)

Figura 5- Goniofotômetro



Fonte:(INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA,2016)

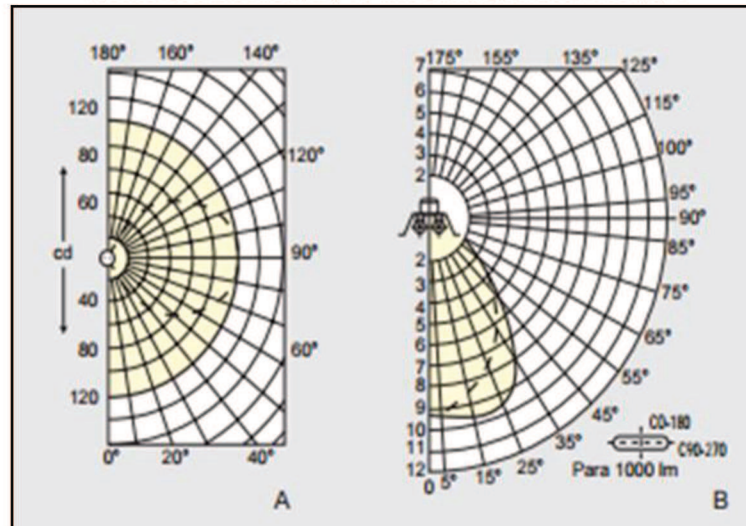
### 3.1.3 Curva de Distribuição Luminosa

De acordo com o Manual Luminotécnico Prático (OSRAM), a curva de distribuição luminosa (Figura 6) é a representação da intensidade luminosa em todos os ângulos do plano onde a lâmpada encontra-se. Para a uniformização dos valores das curvas, geralmente essa são referidas a 1000 lm, sendo necessário multiplicar o valor encontrado na curva pelo fluxo luminoso da lâmpada e dividir o resultado por 1000 lm. Seu símbolo é CDL e sua unidade é a candela (cd)



A curva é construída pelo mesmo aparelho utilizado para obter a intensidade luminosa, já que a curva é a representação da intensidade luminosa para todos os ângulos em um plano (OSRAM,2004)

Figura 6: Curva de distribuição de Intensidades Luminosas no plano transversal e longitudinal para uma lâmpada fluorescente isolada (A) ou associada a um refletor (B) .



Fonte: Apostila de iluminação artificial ( UFRGS)

### 3.1.4 Iluminância

Conforme o Manual Luminotécnico Prático (OSRAM), a iluminância, representa a incidência do fluxo luminoso sobre a superfície situada a certa distância da fonte luminosa. Seu símbolo é E sua unidade é o lux (lx).

A iluminância em um área é definida pela seguinte Fórmula 1:

$$E = \frac{\phi}{A} \quad (1)$$

Onde:

**E:** iluminância, em lux

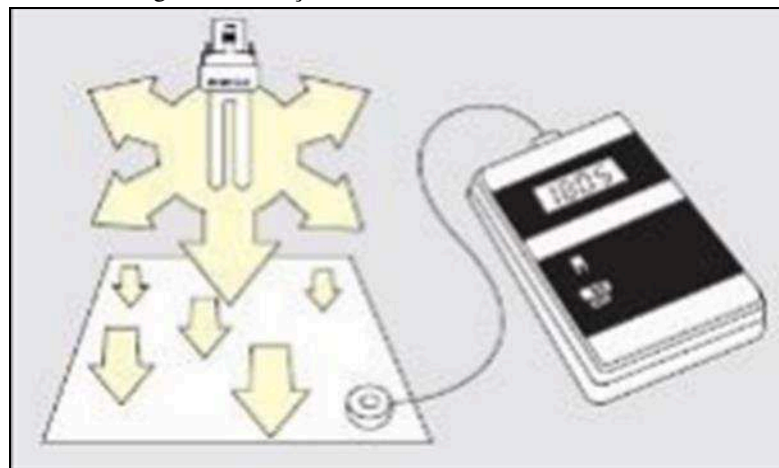
**$\phi$ :** fluxo luminoso, em lm

**A:** área, em m<sup>2</sup>

Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área em questão. Considera-se assim a iluminância média ( $E_m$ ).

A norma NBR-ISO 8995-1 vai tratar a quantidade de iluminância ideal de cada ambiente para diversas atividades. A iluminância em uma área é medida através de um aparelho chamado luxímetro (Figura 8). Este é constituído por uma fotocélula, cabo de extensão, display digital, seletor de faixas de Iluminâncias e botão liga/desliga. Ele é posto paralelamente à fonte luminosa a qual deseja saber a iluminância, seu circuito interno converte a luz recebida pela fotocélula em sinais elétricos que possibilitam a visualização do nível de iluminamento no seu visor.

Figura 7- Aferição de Iluminância com Luxímetro



Fonte: (OSRAM,2004)

Tabela 1-Índices de iluminância conforme a NBR-5413

Local	Iluminância (lux)
Serragem e aparelhamento, trabalho grosso	200
Dimensionamento, plainagem, lixamento grosso, aparelhamento semipreciso, colagem, folhamento e montagem	300
Aparelhamento de precisão, lixamento fino e acabamento.	500
Corredores e escadas	100

Fonte: ABNT. NBR ISO/CIE 8995-1:2013

Figura 8-Luxímetro digital



Fonte: Luxímetro homis

### 3.1.5 Luminância

Conforme o Manual Luminotécnico Prático (OSRAM), a luminância (Figura 6) é a medida da densidade da intensidade de uma fonte luminosa refletida numa determinada direção. Seu símbolo é L e sua unidade é  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

É definida pela Fórmula 2 :

$$L = I / A \cdot \cos(\alpha) \quad (2)$$

Onde:

L= Luminância [ $\text{cd}/\text{m}^2$ ]

I = Intensidade luminosa [ cd]

A= Área [ $\text{m}^2$ ]

$\alpha$  = Ângulo considerado [ $^\circ$ ]

Como é difícil medir a intensidade luminosa que provém de um corpo não radiante (através de reflexão), pode-se recorrer a Fórmula 3:

$$L = \rho \cdot E / \pi \quad (3)$$

Onde:

$\rho$  = Refletância ou Coeficiente de Reflexão

$E$  = Iluminância sobre a superfície

Devido ao coeficiente de reflexão depender da cor e do tipo de material que o objeto é feito, para uma mesma iluminância existe luminárias diferentes.

Figura 9 – Representação da Luminância



Fonte: (OSRAM,2004)

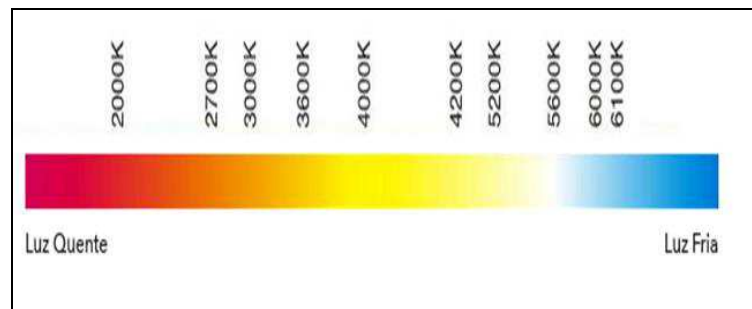
### 3.2 CONCEITOS REFERENTES À LÂMPADA

Nesta secção serão abordados os conceitos referentes às características das lâmpadas que influenciam e um projeto luminotécnico.

### 3.2.1 Temperatura de Cor

A temperatura de cor (Figura 10) expressa a tonalidade da cor que a lâmpada fornece ao ambiente, indo de uma cor “quente” (2700K) até uma cor “fria” (6500 K), ou seja, quanto mais alta a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade de cor da luz. Seu símbolo é T e sua unidade é K(Kelvin).

Figura 10- Temperatura de cor



Fonte: (OSRAM,2004)

### 3.2.2 Índice de Reprodução de Cor

O índice de reprodução de cor é a correspondência entre a cor real do objeto proveniente da luz natural (sol) e sua aparência quando submetida à fonte de luz artificial. Seu símbolo é IRC ou Ra e sua unidade é R.

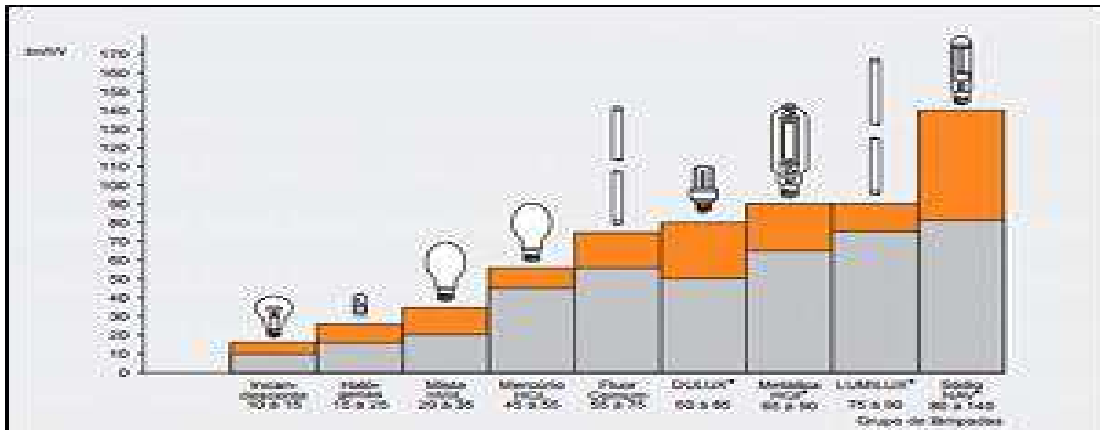
Para as lâmpadas, o IRC é estabelecido no intervalo de 0 a 100, portanto quanto maior a diferença na aparência de cor do objeto iluminado em relação ao padrão (luz do sol), menor é o seu IRC.

### 3.2.3 Eficiência Energética

Cada tipo de lâmpada emite determinada quantidade de lúmens, mas para que isto ocorra precisa consumir potência elétrica. A eficiência energética (antigo “Rendimento

Luminoso”) de uma lâmpada, também conhecida como eficiência luminosa, é a relação dos lumens emitidos pelo watt consumido. Seu símbolo é  $\eta_w$  e sua unidade é lm/W (lúmens/Watt).

Figura 11: Eficiência Energética (lm/W)



Fonte: SILVA, 2004

### 3.2.4 Vida útil, média e mediana.

O tempo de vida de uma lâmpada é dividido em três conceitos: vida útil, vida média e vida mediana.

- **Vida útil:** é o número de horas decorrido quando se atinge 70% da quantidade de luz inicial devido à depreciação do fluxo luminoso de cada lâmpada, somado ao efeito das respectivas queimas ocorridas no período, ou seja, 30% de redução da quantidade de luz inicial.
- **Vida Média:** é a média aritmética do tempo de duração de cada lâmpada ensaiada.
- **Vida Mediana:** é o número de horas resultantes, em que 50% das lâmpadas ensaiadas ainda permanecem acesas.

### 3.3 CONCEITOS REFERENTES AOS ACESSÓRIOS E AO RECINTO

As lâmpadas por si só não iluminam um ambiente, elas precisam funcionar em conjunto com as luminárias, reatores e o ambiente a ser iluminado. Nesta seção serão abordados tais conceitos.

#### 3.3.1 Fator de fluxo luminoso

As lâmpadas de descargas funcionam em conjunto com reatores (eletromagnético ou eletrônico), devido a isto seu fluxo luminoso irá depender do desempenho do reator, A razão entre o fluxo luminoso obtido sobre o fluxo luminoso nominal é o fator de fluxo luminoso. Seu símbolo é BF, e sua unidade é adimensional, ela é representada pela porcentagem entre os fluxos.

#### 3.3.2 Eficiência Luminária

É a razão do fluxo luminoso emitido por uma luminária sobre o fluxo luminoso da lâmpada fora da luminária. Seu símbolo é  $\eta_L$ , e sua unidade é adimensional, ela é representada pela porcentagem entre os fluxos.

A eficiência depende do uso ou não de refletor, o qual é utilizado para refletir o fluxo luminoso da lâmpada. Normalmente o refletor é constituído de chapa de aço branca ou de alumínio, podendo ainda receber acabamentos de tipos diferenciados, como, por exemplo, pinturas. Os fabricantes de luminárias fornecem o valor da eficiência da luminária através da curva zonal encontrada no catálogo das luminárias.

### 3.3.3 Eficiência e Índice do Recinto

Pinturas, texturas e acabamentos nas paredes e pisos dos ambientes a serem iluminados possuem diferentes coeficientes de reflexão da luz, assim quanto mais escuro for o ambiente menor será o índice de reflexão da luz, ou seja, a eficiência do recinto. Seu símbolo é  $\eta_R$  e sua unidade é adimensional, ela é representada pela porcentagem de luz refletida.

Os valores dos índices de reflexão do teto, parede e piso são fornecidos através de tabelas pelos fabricantes de luminárias.

O índice do recinto é a relação entre as dimensões do ambiente, encontrado para a iluminação direta pela Fórmula 4 :

$$K = \frac{\text{largura} \times \text{comprimento}}{\text{altura} \times (\text{largura} + \text{comprimento})} \quad (4)$$

Onde:

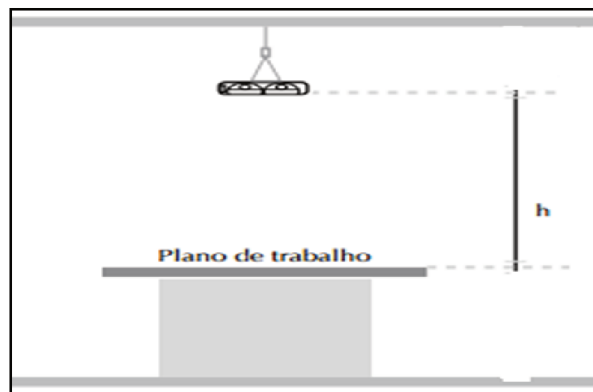
**K**= Índice do local;

**C**= Comprimento do local;

**L**= Largura do local;

**h** = Distância entre a luminária e o plano de trabalho

Figura 12: Definição da distancia h para o cálculo do K





Seu símbolo K é uma unidade adimensional

### 3.3.4 Fator de Utilização

O fator de utilização é o indicador da eficiência luminosa do conjunto lâmpada, luminária e recinto. Ele pode ser obtido pela multiplicação da eficiência do recinto pela eficiência da luminária.

Este fator também pode ser encontrado na tabela 2, interpolando o valor do índice do recinto (K) pelos coeficientes de reflexão do recinto. Seu símbolo é  $F_u$  e sua unidade é adimensional

Tabela 2- Fator de utilização

TETO (%)	70			50			30			0
PAREDE (%)	50	30	10	50	30	10	30	10	0	
PISO (%)	10			10			10			0
Kr	Fator de utilização									
0,60	34	29	26	33	29	26	29	26	25	
0,80	40	36	33	39	35	32	35	32	31	
1,00	45	41	38	44	41	38	40	38	36	
1,25	50	46	43	49	45	43	45	42	41	
1,50	53	50	47	52	49	46	48	46	45	
2,00	58	55	52	56	54	52	53	51	50	
2,50	60	58	56	59	57	55	56	55	53	
3,00	62	60	58	61	59	58	58	57	55	
4,00	64	63	61	63	62	60	61	59	58	
5,00	65	64	63	64	63	62	62	61	59	

Fonte:(OSRAM,2004)

### 3.3.5 Fator de Depreciação

O nível de iluminância de um sistema de iluminação decai ao longo do tempo devido ao decréscimo natural do fluxo luminoso das lâmpadas e ao acúmulo de poeira nas lâmpadas e luminárias. A fim de compensar esta depreciação, criou-se o fator de depreciação, também conhecido como fator de manutenção, que é utilizado no cálculo do número de luminárias para que o nível de iluminância não passe do menor valor possível indicado pela norma vigente. Seu símbolo é  $F_d$  e sua unidade é adimensional.

A tabela 3 abaixo ilustra com valores o fator de depreciação relacionando o ambiente e o tempo de manutenção do sistema

Tabela 3- Fator de Depreciação

AMBIENTE	PERÍODO DE MANUTENÇÃO		
	2.500 hs	5.000 hs	7500 hs
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Fonte:(OSRAM,2004)

### 3.3.6 Índice de Reflexão

Para saber o índice de reflexão de um piso, parede ou teto, deve-se seguir uma tabela, que mostra o índice de refletância com base na cor da superfície.

Tabela 2- Refletância

Teto branco	75%
Teto claro	50%
Parede branca	50%
Parede clara	30%
Parede medianamente clara	10%

Fonte: OSRAM(2004)

### 3.4 FONTES GERADORAS DE LUZ

Para a geração de luz artificial utilizando a eletricidade como fonte de energia foram desenvolvidas lâmpadas que realizam a transformação em energia luminosa. Com características específicas, cada fonte luminosa é ajustada para que possibilite o melhor resultado para a aplicação a que é desenvolvida, seja por características mecânicas, elétricas, de aquecimento e principalmente pelas características da luz. Basicamente estas lâmpadas se dividem em três grandes grupos. Estes são formados respectivamente pelas lâmpadas incandescentes, lâmpadas de descarga e lâmpadas de estado sólido. A seguir será apresentada uma breve explicação referente ao princípio de funcionamento de cada uma.

#### 3.4.1. Lâmpadas Incandescentes

Neste tipo de lâmpada a emissão de luz é resultado da incandescência de um filamento espiralado devido à passagem da corrente elétrica. As lâmpadas incandescentes são irradiadores térmicos. Em um bulbo selado cheio de gás, uma corrente elétrica circula através de um filamento de tungstênio que o faz brilhar. Com esse método de geração de luz, apenas cerca de 10% da energia consumida é convertida em luz, e o resto é perdido como calor. A vida útil de uma lâmpada incandescente comum fica em torno de mil horas. O esquema desta lâmpada pode ser visto na Figura 13.

Figura 13– Estrutura de uma lâmpada incandescente



Fonte: Revista Ciências Hoje

### **3.4.2. Lâmpadas de Descarga**

Estas lâmpadas o fluxo luminoso é gerado diretamente ou indiretamente pela passagem da corrente elétrica através de um gás, mistura de gases ou vapores. Na Figura 14, estão apresentados alguns exemplos de lâmpadas de descarga.

#### **3.4.2.1 Lâmpadas Fluorescentes**

São lâmpadas que utilizam a descarga elétrica através de um gás para produzir energia luminosa. Sua eficiência é alta e a vida útil gira entre 7000 e 10000 horas.

#### **3.4.2.2 Lâmpadas fluorescentes compactas integradas**

São lâmpadas mais eficientes, pois economizam até 80% de energia em relação às lâmpadas incandescentes de vida longa (»10.000 h) com ótimo índice de reprodução de cores (»80) e adaptável a base comum (rosca E-27), com potências que variam de 9 a 23W.

#### **3.4.2.3 Lâmpadas fluorescentes compactas não integradas**

São lâmpadas de 2 pinos constituídas por um grupo de pequenos tubos revestidos de pó 20 fluorescente, interligados de modo a formar uma lâmpada “*single-ended*” com dimensões muito compactas, e reator eletromagnético acoplado. São bastante utilizadas em iluminação comercial e ambientes residenciais.

#### **3.4.2.4 Sistema fluorescente circular**

É composto de uma lâmpada fluorescente circular e um adaptador para soquetes comuns, também podendo substituir diretamente as lâmpadas incandescentes em cozinhas, áreas de serviço, garagens, etc.

#### **3.4.2.5 Lâmpadas fluorescentes tubulares**

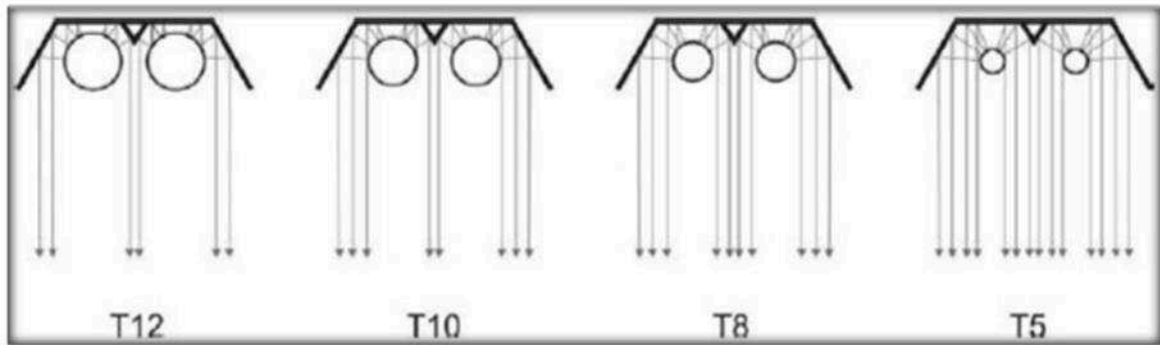
São as tradicionais lâmpadas fluorescentes de comprimentos diversos que variam entre aproximadamente 400 mm, 600 mm, 1200 mm e 2400 mm, com potência que varia de 15 a 110 W, de tonalidades de cor distintas e em dois diâmetros (26 mm e 33,5mm) para operação em partida rápida, convencional ou eletrônica. São muito utilizadas em iluminação de grandes áreas como escritórios, bancos, lojas, escolas, hospitais, hotéis, supermercados, etc.

Em seus modelos, as lâmpadas fluorescentes apresentam eficiência energética de 75 a 100 lmW. Possuem IRC entre 65% a 95%, com temperatura de cor variando de 2700K a 6500K, tendo vida média de 7500 a 90000 horas (modelos de longa duração). Seu funcionamento necessita do uso de reatores eletromagnéticos ou eletrônicos.

As lâmpadas tubulares são fabricadas com 4 diâmetros diferentes: 38mm, 33,5 mm, 26 mm e 16 mm e são conhecidas no mercado por T12, T10, T8 e T5, respectivamente. Neste trabalho será feita comparação entre as lâmpadas T8 e T5.

- Quanto menor o diâmetro da lâmpada, maior será o rendimento das luminárias, já que menores diâmetros permitem maior reflexão do fluxo luminoso;

Figura 14 - Fluxo luminoso com a redução do diâmetro



Fonte:OSRAM(2014)

- A lâmpada T5 é 20% a 30% mais econômica que a T8, e possui melhor eficiência energética;
- A vida mediana da lâmpada T5(24000 horas) é 20% maior que a lâmpada T8(20000 horas)
- A lâmpada T5 somente funciona com reatores eletrônicos, os quais são mais eficientes do que os eletromagnéticos;
- A lâmpada T5 apresenta melhor desempenho a 35C, enquanto a lâmpada T8 apresenta melhor rendimento a 25 C;
- Ambos os modelos possuem lâmpadas do tipo High Efficiency (HE) e High Output (HO). As lâmpadas HE são designadas para obter máxima economia e fornecer mais fluxo luminoso. As lâmpadas HO fornecem fluxo luminoso especialmente elevado, ideais para tetos altos.

Para eficiência de um sistema de iluminação baseado em lâmpadas fluorescentes além da luminária, outro equipamento importante é o reator. Sua função é limitar a corrente que passa através da lâmpada e estabilizar a tensão para o correto funcionamento da mesma. Além disto, o reator contribui diretamente para a manutenção do fluxo luminoso vida útil da lâmpada. Os reatores são classificados em dois grupos: eletromagnético e eletrônico.

Os reatores eletromagnéticos são constituídos por um núcleo de aço silício e bobinas de fio de cobre esmaltado, imbuído com resina de poliéster adicionado com carga mineral, tendo grande capacidade de isolamento e dissipação térmica. Este tipo de reator possui dois tipos de partidas: convencional e rápida.

Constituídos por componentes eletrônicos (capacitor, indutor, circuito integrados, resistores, entre outros), os reatores eletrônicos proporcionam maior economia de energia em

relação aos reatores eletromagnéticos, por apresentar menores perdas elétricas. O reator eletrônico apresenta grandes vantagens em relação ao eletromagnético.

Um reator eletrônico de qualidade, considerado de alta performance possuem alto fator de potência, filtros harmônicos e proteção contra sobrecorrente, sobretensão e condições anormais. Para que o reator eletrônico seja considerado de qualidade este terá uma Taxa de Distorção de Harmônica (TDH) menor que 30% ( exigência da ABNT)

#### **3.4.2.5 Lâmpadas de Luz Mista**

Constam de um tubo de arco de vapor de mercúrio em série com um filamento incandescente de tungstênio que, além de produzir fluxo luminoso funciona como elemento de estabilização da lâmpada. Reúne características da lâmpada incandescente, fluorescente e vapor de mercúrio, pois luz do filamento emite luz incandescente, a luz do tubo de descarga a vapor de mercúrio emite intensa luz azulada e a radiação invisível (ultravioleta).

#### **3.4.2.6 Lâmpadas a Vapor de Mercúrio**

Constam de um tubo de descarga feito de quartzo para suportar elevadas temperaturas, tendo em cada extremidade um eletrodo principal, de tungstênio recoberto com material emissor de elétrons. O IRC é de 45, a eficiência luminosa varia entre 45 a 55 lm/W, e a vida varia em torno das 18.000 horas, sendo encontradas em vias públicas, fábricas, parques, praças, estacionamentos, etc.

### **3.4.2.7 Lâmpadas a Vapor de Sódio**

Produzem uma luz monocromática amarela, sem ofuscamento, e são apresentadas como a melhor solução para iluminação em locais onde existe névoa ou bruma. O IRC das lâmpadas a vapor de sódio é 23, a temperatura de cor é em torno de 2.000K e a vida varia em torno de 16.000 horas, necessitando de reator e ignitor de boa qualidade para operação e ignição confiável, não devendo ser utilizadas com circuitos capacitivos. São usadas em estradas, pontes, viadutos, túneis, aeroportos, etc.

### **3.4.2.8 Lâmpadas de Vapores Metálicos**

As lâmpadas de vapores metálicos estão substituindo as lâmpadas de vapor de mercúrio dadas a sua eficiência superior e a qualidade do espectro da luz emitida. São bastante semelhantes às lâmpadas de vapor de mercúrio, porém no tubo de descarga há o acréscimo de haletos (iodo, bromo, etc.). O IRC é de 75, a eficiência luminosa varia entre 75 a 100 lm/W, e a vida útil varia em entre 6.000 e 15.000 horas.

### **3.4.2.9 Lâmpadas de Luz Negra**

São lâmpadas a vapor de mercúrio, diferindo destas somente no vidro utilizado na confecção da ampola externa. São usadas em exames de gemas e minerais, apuração de fabricações, setores de correio, levantamento de impressões digitais, na indústria alimentícia para verificar adulterações, etc



Figura 15: Tipos de lâmpadas de vapor ou de descarga

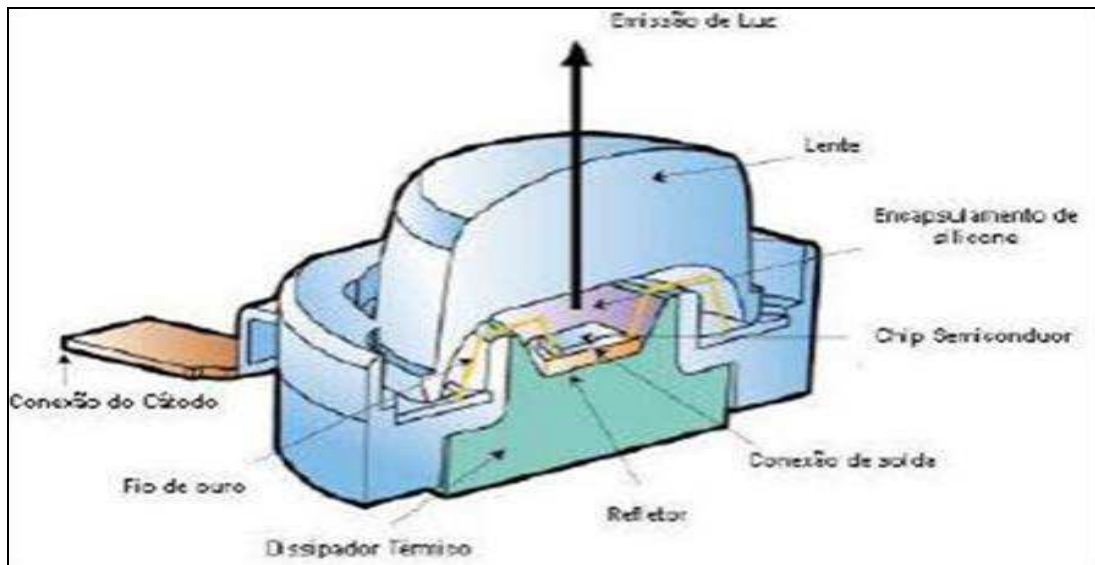


Fonte: Mundicenter ( 2014)

### 3.4.3. Lâmpadas de Estado sólido (LED)

A sigla em Inglês LED significa Light Emitting Diode, ou em português Diodo Emissor de Luz. Um diodo nada mais é, do que um dispositivo semicondutor, com uma junção tipo P-N, amplamente utilizado na eletrônica. Com algumas variações em sua construção, ele passa a emitir luz quando uma corrente elétrica interage com os elétrons de seu material, criando assim uma fonte luminosa. Neste material ocorrem as interações energéticas dos elétrons, que acabam por liberar energia na forma de calor e fótons de luz. Os conhecidos LEDs são os componentes que possibilitam esta transformação. A luz emitida por eles é monocromática, e a cor depende do cristal, da construção e da impureza de dopagem do semicondutor. Dopando-se com fósforo, a emissão pode ser vermelha ou amarela, de acordo com a concentração. Utilizando-se fosfeto de gálio com dopagem de nitrogênio, a luz emitida pode ser verde ou amarela. A construção básica de um LED de potência pode ser vista na Figura 16.

Figura 16 – Estrutura do funcionamento do LED



Fonte:Akarilampadas( 2014)

Atualmente, com o uso de outros materiais, consegue-se fabricar LEDs que emitem luz de todas as cores, dentro destes estão os LEDs brancos que possibilitaram a utilização destes dispositivos para a iluminação em geral, o qual é o foco deste trabalho. Dentre as diversas vantagens da utilização de LEDs em sistemas de iluminação estão sua alta eficácia luminosa e elevada vida útil. Atualmente, esta eficácia atinge 100lm/W, sendo superior às lâmpadas incandescentes (15 lm/W) e fluorescentes (75 lm/W) (OSRAM, 2007). Devido à constante pesquisa em fontes de iluminação semicondutoras e o crescente interesse por parte dos profissionais na utilização de LEDs espera-se que esta eficácia aumente. Outra característica importante que reforça a utilização do LED em sistemas embarcados, ou qualquer outro equipamento alimentado por baterias, é o fato de ele apresentar baixa tensão de condução, entre 2,5 V e 4 V, além de operar com corrente contínua. A intensidade luminosa do dispositivo é diretamente proporcional à sua corrente de polarização direta. Portanto, o controle da intensidade luminosa do LED pode ser feito através do controle da corrente.

São muitas as vantagens em se utilizar o LED, tais como:

1. Redução do consumo de energia elétrica, por trabalharem com baixas potências e grande eficiência luminosa;
2. Ausência de metais pesados, o que o torna mais vantajoso por não possuir elementos tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana;
3. Maior durabilidade do que de todas as lâmpadas até então utilizadas, estimada em até 100.000 horas (se ligadas durante 12 horas/dia, duram cerca de 22 anos);

4. Baixo custo de manutenção;
5. Ambientalmente correto por seu ciclo de vida necessitar de menos energia e menos matéria prima em todas as etapas, de fabricação, uso e descarte;
6. Não emite calor, o que proporciona redução no uso de ar-condicionado e lhe proporciona maior eficiência (converte mais de 80% da energia em luz);
7. Não emite raios IV e UV, o que os torna adequados para iluminação de obras de arte e não agride a pele;
8. Não atrai insetos;
9. Já existem LED's comercializáveis com elevado IRC, de até 90, o que aumenta a variedade de aplicações desse tipo de lâmpada;
10. Com o uso de lentes seu fecho pode ser direcionado;
11. Possibilidade de dimerização;
12. Controle dinâmico de cores;
13. Resistente a vibrações e impactos;
14. O número de vezes e a frequência em que é ligado e desligado não altera sua vida útil
15. Acendimento imediato;
16. Flexibilidade de usos, formas, tamanhos e design;

No entanto, existem algumas questões que devem ser observadas:

1. A falta de um padrão tributário para produtos de LED gera diferenças discrepantes no preço e confunde o consumidor final;
2. Ainda possui um preço elevado, que tende a diminuir rapidamente e se equiparar ao das lâmpadas comuns;
3. São desconhecidos os efeitos da “poluição eletromagnética” que emite;
4. Desconhecimento técnico e falta de disseminação de informação ao consumidor e a profissionais;
5. Índices de reprodução de cor duvidoso

### 3.5 TIPOS DE LUMINÁRIAS

As luminárias são constituídas pelos aparelhos com as lâmpadas, e têm função de proteger as lâmpadas, orientar ou concentrar o fecho luminoso, difundir a luz, reduzir o ofuscamento e proporcionar um bom efeito decorativo. No caso de luminárias para edificações, embora se utilize basicamente lâmpadas fluorescentes, a diversidade de tipos é extensa e variada, variedade esta provocada não só pelo número e potência das lâmpadas utilizadas e pelos modos de instalação e montagem, mas principalmente pela forma de controle de luz. Devido a esta diversidade, a classificação dos tipos de luminárias é bastante problemática, porém será apresentado aqui a classificação feita pela CIE (Comission Internacionale de L'Eclairage) baseada na percentagem do fluxo luminoso total dirigido para cima ou para baixo de um plano horizontal de referência. Para melhor compreender os diversos tipos de luminárias, é importante observar a tabela 4:

Tabela 3- Classificação do tipo de luminárias

Classificação da luminária	Fluxo luminoso em relação ao plano horizontal (%)	
	Para o teto	Para o plano de trabalho
Direta	0-10	90-100
Semi-direta	10-40	60-90
Indireta	90-100	0-10
Semi-indireta	60-90	10-40
Difusa	40-60	60-40

Fonte: Luminotécnica

### 3.6 O PROJETO LUMINOTÉCNICO

O projeto de iluminação industrial tem como principal objetivo o conforto visual dos usuários, garantir a segurança durante a execução do trabalho e manter ou aumentar a produtividade humana.

A distribuição das luminárias deve garantir uma uniformidade da luz no plano de trabalho, evitando que o olho humano perceba diferenças de índices de luminância evitando fadiga visual do usuário. Deve garantir também que não haja sombras formadas a partir de máquinas ou do próprio corpo do funcionário, devendo ser localizadas da melhor maneira em cada projeto.

As refletâncias do piso, parede e teto devem ser consideradas no cálculo de modo que ambientes mais claros apresentem maior índice de iluminância se comparados com o mesmo ambiente com pinturas escuras.

O cálculo da quantidade de luminárias pode ser apresentado em quatro etapas sendo a primeira a definição do índice do local (K), onde para a iluminação direta consideramos o comprimento do ambiente, largura do ambiente e altura de montagem da luminária (pé direito menos a altura do plano de trabalho).

Após a determinação do índice do local(K), com a tabela de fator de utilização da luminária a ser utilizada, é necessário cruzar os dados com a refletância do ambiente conforme exemplo da tabela 3, sendo esta a segunda etapa. A tabela de fator de utilização deve estar disponível no catálogo dos fabricantes de luminárias e cada luminária deverá apresentar sua tabela.

O terceiro passo é determinar o fator de perdas luminosas (FDL), definido como a iluminância média no plano de trabalho após certo período de uso. Este fator incorpora perdas como acúmulo de poeira, frequência de limpeza do sistema, fator de manutenção da luminária e fator de manutenção das superfícies da sala.

O dimensionamento do sistema pode ser feito através do método dos lumens do método ponto a ponto. Esta pesquisa será baseada no método dos lumens para a determinação do número de luminárias.

Atualmente para a elaboração de cálculos luminotécnicos, utilizam-se softwares específicos para iluminação. Esta pesquisa está baseada em simulação computacional, considerando os dados colhidos.

### **3.6.1 Metodologia de medição de Iluminação de Interiores**

Para se medir a iluminação existente em um ambiente, deve-se seguir a norma de verificação de iluminância de Interiores NBR-5382 da ABNT, que define como realizar o cálculo do iluminamento médio de um ambiente a partir da medição através de um luxímetro, de acordo com a situação de iluminação artificial, em alguns pontos de acordo com a distribuição das luminárias no ambiente.

### **3.6.2 Procedimentos**

- Elaboração de croqui do local, mostrando as dimensões do ambiente, localização das luminárias e a localização dos pontos de medição;
- Registro do tipo e número de série do instrumento;
- Registro dos dados meteorológicos (ex: nublado, ensolarado);
- Registro da data e horário das medições.

### **3.6.3 Condições Gerais de Levantamento**

- Os resultados somente serão válidos, nas condições existentes durante a medição.
- É importante constar uma descrição dos fatores que influem no resultado, como: refletância, tipo de lâmpada e vida, voltagem e instrumento usados.
- A iluminância deve ser medida à altura do plano de trabalho, Quando este não for

definido, entende-se o nível como referente a um plano horizontal a 0,75 m do piso. Para tanto, o sensor do luxímetro deverá estar na altura do plano de trabalho do ambiente.

- Durante a leitura deve-se evitar a ação de reflexão ou obstrução de luz pelo corpo do pesquisador.

### 3.6.4 Levantamento da Iluminação Artificial

Disposição dos pontos de medição:

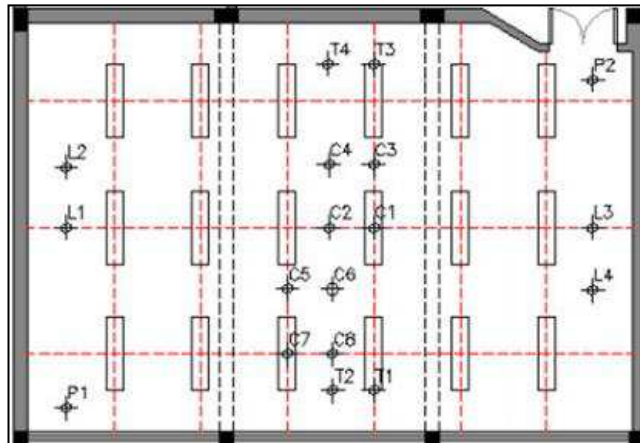
Pontos P- nos dois cantos do ambiente diametralmente oposto.

Pontos L- entre as paredes transversais e a coluna de luminárias mais próximas.

Pontos T – entre as paredes longitudinais e a linha de luminárias mais próximas.

Pontos C- no centro do ambiente

Figura 17 – Exemplo da distribuição dos pontos de medição iluminação artificial



Fonte: Apostila Proed UNICAMP

#### 3.6.4.1 Observações

- a série T deve ser feita nas meias áreas típicas, paralela a uma dimensão do ambiente;
- a série L deve ser feita nas meias áreas típicas, paralela à outra dimensão do ambiente;
- a série deverá ser feita em duas áreas típicas centrais do ambiente, quando o número de linhas de luminárias for inferior a 3, realizar só um conjunto de 4 pontos(C1,C2,C3 e C4);

- as medições devem ser aferidas com portas, janelas e cortinas fechadas, ou de preferência à noite, com todas as lâmpadas acesas.

### 3.6.4.2 – Cálculo da Iluminância Média:

Se dá pela fórmula 5:

$$\frac{MP + MT(n-1) + MC(n-1)(m-1) + ML(m-1)}{mn} \quad (5)$$

Onde:

**n**- número de luminárias em cada linha

**m**- número de linhas

**MC**- média dos pontos C

**ML**- médio dos pontos L

**MT**- média dos pontos L

**MP**- média dos pontos P



## **4- SOFTWARES DE ILUMINAÇÃO**

### **4.1- INTRODUÇÃO**

Durante o período de desenvolvimento do projeto da iluminação da marcenaria percebeu-se que não haveria tempo suficiente para a execução em campo e acompanhamento para a aferição dos resultados finais, porém com o avanço da tecnologia, o papel, a caneta e a calculadora deixaram de ser a única ferramenta disponível para o trabalho dos profissionais envolvidos em projetos luminotécnicos.

Existem hoje no mercado softwares pagos e gratuitos capazes de simular o comportamento da luz, natural e artificial, em projetos de iluminação interna, externa e viária, levando em consideração uma grande variedade de elementos inclusos no projeto de iluminação, além de gerarem imagens realísticas do resultado final.

Dentre estas varias possibilidades optou-se por utilizar um software, um freeware, especifico para a simulação do projeto. O software escolhido foi o DIALUX por ser gratuito, possuir uma interface amigável e ser de fácil utilização.

### **4.2 – CARACTERÍSTICAS DO DIALUX**

O DIALux é um dos softwares de simulação mais utilizados pelos profissionais que trabalham no ramo da iluminação e a versão usada neste projeto foi a 4.13 que encontra-se disponível para download no site oficial da DIAL GmbH.

Desenvolvido por uma equipe de 20 funcionários da DIAL GmbH, uma empresa de Ludenscheid na Alemanha, ele está disponível em 26 idiomas inclusive o português de Portugal. Existe uma versão mais completa, DIALUX EVO, que permite uma simulação

muito mais detalhada dos ambientes e tem foco maior em profissionais da área de design de interiores. Apesar de também ser um software grátis a versão EVO demanda um hardware mais sofisticado para o processamento das simulações, motivo este que levou a escolha da versão padrão para a realização das simulações.

O DIALUX tem uma interface intuitiva e utiliza comandos básicos similares a outros softwares CAD, este fato permite a um programador que já tenha alguma habilidade em outros softwares, apresentar um rápido desenvolvimento na execução das simulações. Devido a menor complexidade do software escolhido, existem algumas limitações de design arquitetônico, isto inclui no modelo da simulação um erro que para efeito pratico é desprezível, pois o modelo virtual não corresponderá exatamente à condição real.

De acordo com dados da empresa, o programa possui por volta de 520 mil usuários, o qual conta com fornecimentos de plug-ins de 180 empresas, como OSRAM, PHILIPS LIGHTING, GE LIGHTING, SYLVANIA, e a brasileira LUMINICENTER. Quando a empresa não possui o plug-in, mas disponibiliza os arquivos de fotometria das luminárias, ainda é possível importá-los para o DIALux e criar manualmente uma luminária equivalente.

O DIALux apresenta uma interface simples de utilizar, formada por três áreas principais: Gerenciador de Projeto, área de trabalho CAD e “O Guia”, as quais apresentam suas funções de forma intuitiva e acessadas facilmente através do mouse. A vantagem em utilizar o DIALux em relação ao método tradicional de cálculo luminotécnico é a possibilidade do projetista ver o comportamento da luz artificial e natural no ambiente, podendo simular seu projeto com diferentes lâmpadas e luminárias, em várias posições no ambiente, além de verificar o valor do iluminamento calculado para seu projeto.

#### **4.2.1 Definições do ambiente**

Para iniciar o modelo virtual da marcenaria utilizou-se uma ferramenta do DIALUX que permite importar um arquivo de extensão CAD (.dxf ou .dwf) e inseri-lo como base para o início do desenho em 3D. O desenho base utilizado foi o fornecido pelo setor de engenharia da empresa Superfecta e é o mesmo utilizado nos projetos da empresa.

Tendo uma referência para o início do modelo virtual o passo seguinte foi delimitar as quatro paredes principais e o pé direito, ou seja, a forma básica de um sólido retangular do

galpão que mede aproximadamente 20m de largura por 47m de comprimento e 11.5 de altura máxima.

Neste ponto uma limitação do software fica evidente: a geometria relativamente complexa da construção do telhado do galpão, uma espécie de telhado triangular escalonado, exige um recurso indisponível no software para a reprodução virtual. A melhor solução encontrada foi utilizar o próprio software para criar um sólido bastante peculiar e no formato exato do telhado real. Feito isto o sólido foi empregado como um “objeto de decoração” no modelo virtual, o teto real, plano, foi realocado para uma distância muito acima do pé direito original e o objeto em formato de telhado foi inserido de forma a se comportar como telhado no formato desejado. O resultado final desta adequação foi satisfatório, desconsiderando-se o fato de que existe uma área “vazia” ao redor do telhado que não exerce influência nos resultados das simulações, apenas esteticamente.

Portas e janelas foram inseridas seguindo o tamanho padrão de 1,5m x 1,0m para janelas, 2,0m x 3,0m para portas de acesso e 5,0m x 3,0m para portas de serviços (docas), exceto quando discriminado em desenho as dimensões especiais. Para efeitos de simulação todas as portas e janelas são fechadas, isso justifica o fato de no modelo virtual todas as portas, inclusive as de carga e descarga do galpão (docas), permanecerem abertas na realidade e no modelo virtual aparecerem fechadas.

#### **4.2.2 Definições da mobília e aspecto do ambiente**

A próxima etapa da construção do modelo virtual foi a disposição da mobília, também utilizando o desenho base fornecido pelo setor de engenharia da empresa Superfecta. O mobiliário do galpão é composto basicamente por bancos, bancadas, cadeiras, móveis de madeira acabados, pallets de madeira, prateleiras de acondicionamento de matéria prima, máquinas industriais e alguns objetos e ferramentas.

Grande parte do mobiliário já existe na biblioteca padrão do DIALUX , porém alguns objetos mais específicos, como pallets e máquinas por exemplo, devem ser obtidos de fontes externas. Existem sites que disponibilizam inúmeros modelos 3D para download gratuito

como o site *www.archive3D.net*, onde foram obtidos alguns modelos de mobiliário que não estavam disponíveis na biblioteca do DIALUX.

Assim como os modelos de mobília, existem cores, texturas de móveis, textura de paredes e chão que nem sempre estão disponíveis na biblioteca interna do software com semelhança satisfatória. Nestes casos também se deve obter as texturas em fontes externas como o site *www.textures.com*, onde foram obtidas as texturas do telhado e das vidraças no topo do telhado, por exemplo.

Obtidos todos os modelos 3D e texturas adequadas o software utiliza um comando simples do tipo “Drag and Drop” ou “Clica e Arrasta”, muito comum no sistema operacional Windows, para inserir o mobiliário e as texturas. Após esta caracterização a infraestrutura do modelo virtual já está terminada e pronta pra receber as luminárias que serão usadas na simulação.

#### **4.2.3 Definições das luminárias e início da simulação**

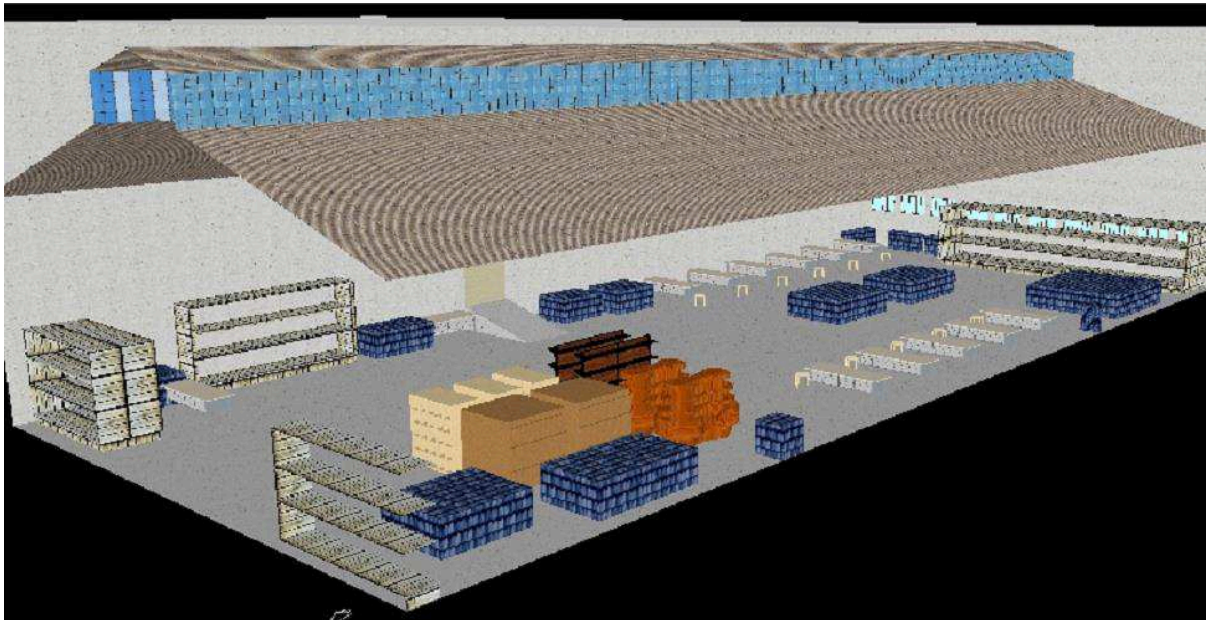
Para iniciar a simulação devem-se escolher as luminárias a serem usadas no projeto. Diferentemente da mobília e das texturas, o DIALUX não possui uma biblioteca básica de luminárias, lâmpadas e artefatos empregados na iluminação de ambientes. Todas as lâmpadas e luminárias que serão usadas devem ser obtidas em uma fonte externa. A maioria dos grandes fabricantes, como GE, Osram e Philips, disponibiliza gratuitamente em seus sites um “aplicativo/catálogo eletrônico” que com apenas alguns cliques permite a seleção do produto desejado e gera o arquivo completo para a exportação das características do produto escolhido. O DIALUX utiliza uma extensão específica de arquivo para a importação das características, é o “.ULD”. Este tipo de extensão condensa varias informações técnicas a respeito de um conjunto luminária-lâmpada e foi criado para uso exclusivamente no DIALUX e é o acrônimo da expressão “Unified Luminaire Data File”, que em tradução livre quer dizer: “Arquivo unificado de dados de luminária”.

Feita a importação das características do produto escolhido é necessário determinar como será feita a distribuição das luminárias. O DIALUX disponibiliza uma série de ferramentas para facilitar a distribuição das luminárias, seja em conjunto ou uma a uma ou automaticamente em função da iluminância adequada. No projeto em questão foi utilizado o

valor de 100 lx nominais para área de depósito e circulação e 300 lx nominais para a área de trabalho .

Com as luminárias devidamente dispostas o software precisa determinar a interação entre o ambiente e a luz emitida pelas luminárias, numa espécie de compilação, para que a simulação possa efetivamente ocorrer. Quando a compilação termina é possível ter uma visão 3D do ambiente de forma realística. Existe ainda uma ferramenta no software para a visualização do ambiente com diferentes cores de acordo com uma escala de iluminâncias pré-definidas pelo usuário, basicamente as cores do modelo virtual são modificadas tornando-se similar a um mapa topográfico (altimétrico) onde cada tom de cor corresponde a uma faixa de LUX pré-estabelecida pelo usuário.

Figura 18- Ambiente da Marcenaria no DIALux



Fonte: Próprio autor

## 5 – ESTUDO DE CASO

### 5.1 – DESCRIÇÃO FÍSICA DO LOCAL

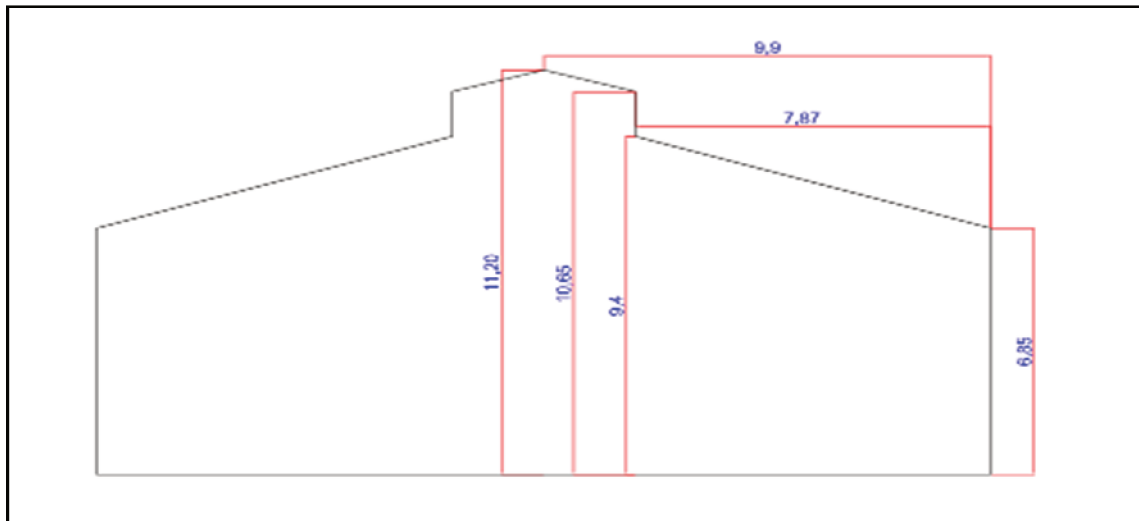
A área a ser estudada corresponde a um dos quatro galpões industriais pertencente a uma empresa do ramo de panificação, a Superfecta LTDA. O principal foco da empresa é em equipamentos e mobiliários para panificação e supermercados, localizada na Av. Dr. José Luiz Cembranelli, 1865, Jd. Sonia Maria-Taubaté/SP com a área de fabricação e administrativo de aproximadamente 4700 m<sup>2</sup>, em uma extensão total de 15.400 m<sup>2</sup>, o galpão a ser estudado tem como atividade a marcenaria, atividade que exige um determinado nível de luminosidade para que as operações possam ser feitas com segurança e qualidade. Segundo dados fornecidos pela empresa o galpão em estudo, possui metros 20 m de largura, 42 metros de comprimento e pé direito máximo de 11,2 m conforme ilustrado na figura 20.

Figura 19-Vista aérea e orientação geográfica da empresa Superfecta LTDA



Fonte: Google maps

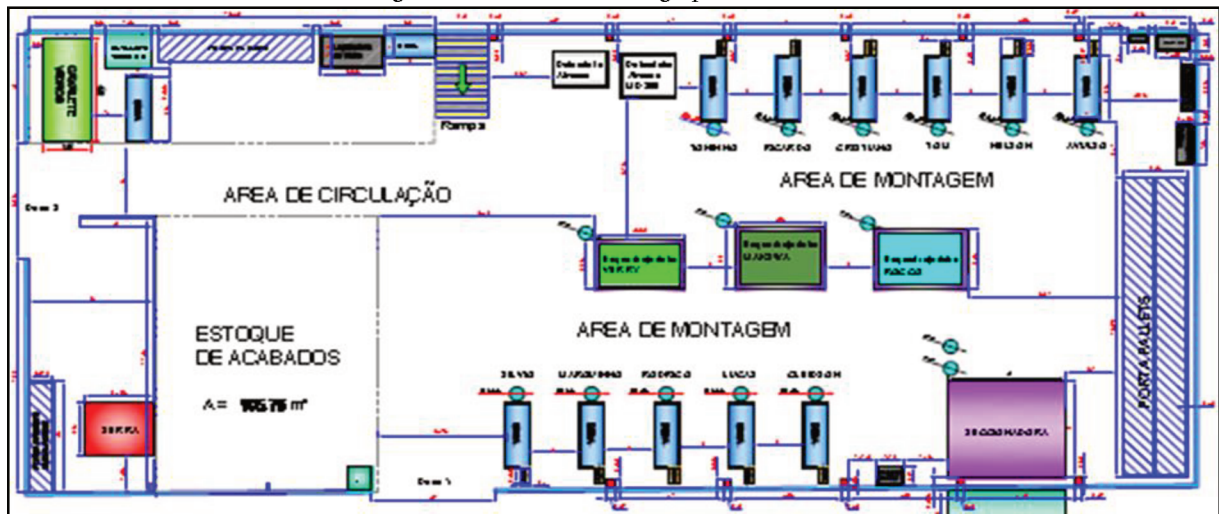
Figura 20- Vista lateral do galpão da marcenaria



Fonte: Próprio autor

O galpão da marcenaria é constituído por uma área de 835 m<sup>2</sup>. Internamente o piso é de concreto não polido, sem laje, as paredes são pintadas com tinta acrílica branca até a altura de 3m onde a parte de alvenaria termina e se inicia a cobertura de chapas metálicas galvanizadas. As bases da estrutura metálica que recobre o galpão são de concreto armado e pintadas da mesma forma que as paredes. Existem ainda duas portas de serviço, chamadas docas, com 5m de comprimento e 3m de altura localizadas na parede “sentido Rio de Janeiro” e na parede “lado Dutra”. Existem ao todo no galpão 30 janelas divididas da seguinte forma: 16 na “parede Dutra”, 10 na “parede sentido São Paulo”, 4 na parede “sentido Rio de Janeiro”.

Figura 21- Planta baixa do galpão marcenaria



Fonte: Próprio autor

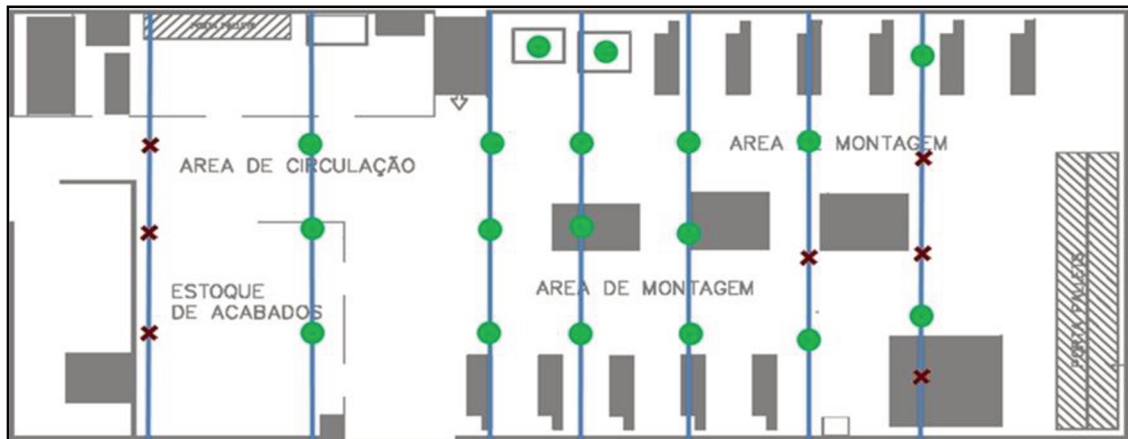
## 5.2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ATUAL

O sistema de iluminação original de todo galpão é composto por 25 lâmpadas mistas de 160 w cada. Desta forma a potência nominal do sistema de iluminação do galpão é de 4000W. As características técnicas da lâmpada utilizada no projeto original se encontram no Anexo D.

Na figura 20 temos um desenho esquemático, fora de escala, que apresenta a posição física de cada uma das Lâmpadas do projeto original. Os pontos demarcados em verde são as lâmpadas em funcionamento e os pontos em vermelho são as lâmpadas inoperantes por quebras ou avarias do sistema



Figura 22- Levantamento dos pontos originais de instalação das luminárias.



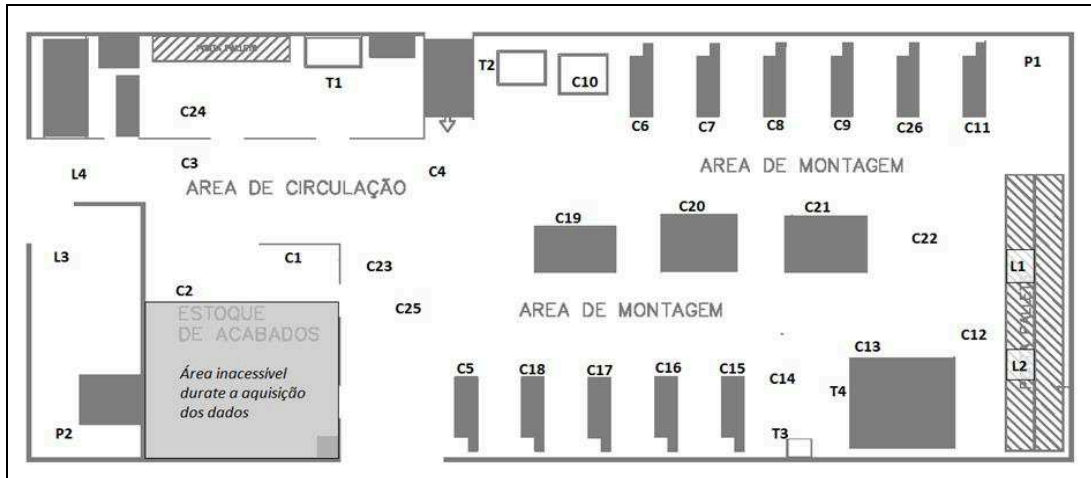
Fonte: Próprio autor

### 5.2.1 – Avaliação quanto ao sistema de iluminação

As aferições luminotécnicas realizaram-se de acordo com as NBRs 5382 (Verificação da iluminância de interiores – método de ensaio) e NBR-ISO 8995-1 (Iluminância de Interiores) no dia 27 de março de 2016 entre 16h30min e 17:30 horas com as portas abertas e todas as lâmpadas acessas. O equipamento utilizado para a medição foi o Luxímetro Modelo MLM-1010 número de série A5974 da marca Minipa.

A disposição dos pontos de medição foi realizada de acordo com a NBR 5382 conforme descrito anteriormente e a disposição dos pontos de medições de acordo com o demonstrado na figura (13). A iluminância foi medida à altura do plano de trabalho de 0,75 m do piso quando não havia referência.

Figura 23 – Pontos de medição do galpão da marcenaria



Fonte: Próprio autor

Devido à grande área do galpão, o uso das lâmpadas atualmente instaladas é visivelmente inadequado, isto pode ser comprovado pelas medições realizadas que se encontram na tabela 6 logo abaixo. Os valores estão muito abaixo do que é preconizada na NBR-ISO 8995-1 a iluminância mínima permitida para uma marcenaria é de 200 lux no plano de trabalho, mas é possível perceber que a grande maioria dos pontos não cumprem os pré-requisitos da norma.

Tabela 4- Correlação dos pontos medidos e pontos físicos

Pontos C		Pontos L		MÉDIA DOS PONTOS P	
C1	68	L1	17	50	
C2	86	L2	27	MÉDIA DOS PONTOS C 46,07692308	
C3	125	L3	56		
C4	20	L4	825	MÉDIA DOS PONTOS L 231,25	
C5	21	Pontos P		MÉDIA DOS PONTOS T 50,5	
C6	33	P1	38	Iluminancia Media 92,4010989	
C7	34	P2	12		
C8	45	Pontos T			
C9	30	T1	32		
C10	65	T2	40		
C11	22	T3	60		
C12	25	T4	70		
C13	25				
C14	55				
C15	37				
C16	38				
C17	29				
C18	22				
C19	38				
C20	13				
C21	16				
C22	12				
C23	29				
C24	23				
C25	36				

Fonte : Próprio autor

## 5.2.2- Sistemas de iluminação propostos

Para que haja um bom aproveitamento da luz gerada pela lâmpada e da energia necessária para gerá-la, é preciso escolher de forma sábia os componentes do sistema de iluminação: luminária, lâmpada e reator (quando houver).

A escolha do tipo de luminária a ser utilizada em um ambiente é de extrema importância, pois é ela que direcionará a luz de forma adequada para que esta ilumine a área do plano de trabalho ou um objeto em destaque e não pontos indesejados.

Para as lâmpadas, a escolha proporcionou utilizar modelos já em uso no mercado, como as lâmpadas tubulares fluorescente F96T8/49W/SPP35 da General Eletric e modelos com tecnologias mais avançadas, como as lâmpadas tubulares MASTER TL5 HO 49W/840 da Philips , e as LED TL-D 58 W também da Philips. O objetivo desta diversidade das lâmpadas é demonstrar o potencial das novas tecnologias, apesar do alto investimento inicial.

### 5.2.2.1 Proposta 1

Este sistema é composto pela luminária de sobrepor NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE (figura 24), de 115.2 W fabricada pela empresa General Electric Company, constituída de corpo e em chapa de aço, com pintura eletrolítica na cor branca, com 91 mm de largura, 50 mm de altura e 1230 mm de comprimento e rendimento estimado de 89% para duas lâmpadas fluorescentes tubulares T8. As lâmpadas usadas neste conjunto foram 2x F96T8/49W/SPP35, que nesta luminária apresenta fluxo luminoso real de 2700 lm, eficiência energética de 23 lm/w, temperatura de cor de 4000K, IRC de 80 e vida mediana de 30000 horas. Para fornecer a devida tensão à lâmpada, foi escolhido o reator eletrônico GE UltraMax bivolt para duas lâmpadas com fator de potencia de 0,87, fator de fluxo luminoso de 0,90 .Projeto completo e especificações de luminária e lâmpada encontra-se em no Anexo A.

Figura 24 - Visão geral da luminária utilizada na proposta 1.



Fonte : Catálogo GE Lighting

Após exportar a lâmpada e a luminária escolhida no catálogo e realizar a simulação no DIALux obteve-se uma proporção de 4 x 10 luminárias para área de estoque de 16 x 17 luminárias para a área de marcenaria, exceto em uma área específica onde ocorre uma intersecção entre as duas áreas, totalizando assim 274 conjuntos de luminárias instaladas. As especificações de localização dentro da marcenaria encontram-se no Anexo A.

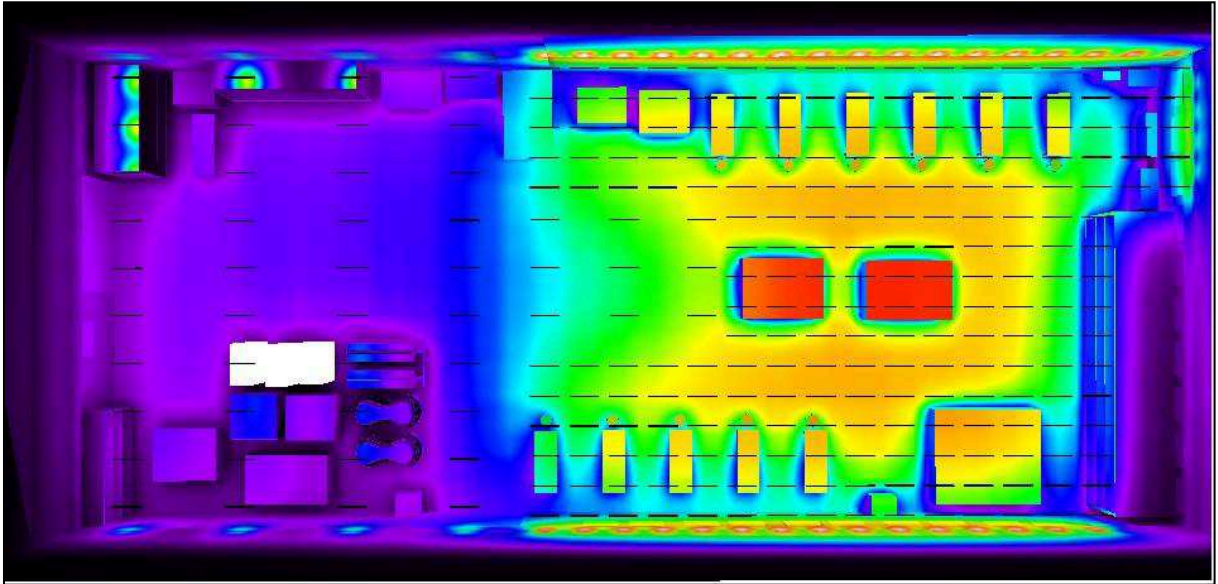
A carga total instalada nesta configuração é de 31555.0 W gerando um fluxo luminoso total no valor de 657637 lm. Tal configuração gera, segundo simulação, no plano de trabalho um valor mínimo de 200 lx na área de marcenaria e 100 lux na área de estoques, conforme pode ser verificado na figura 26, utilizando-se a figura 25 como escala para todas as demais imagens similares.

Figura 25- Escala dos níveis de iluminância



Fonte: Próprio autor

Figura 26 – Espaçamento e quantidade de lâmpadas fluorescentes T8 indicadas pelo programa



Fonte: Próprio autor

### 5.2.2.2 Proposta 2

Este sistema é composto pela luminária de sobrepor TCH481 2x TL5-49W/840 HFP M2 (figura 27), de 108.0 W fabricada pela empresa Philips Lighting Holding B.V., constituída de corpo e refletor em chapa de aço, ambos com pintura eletrolítica na cor branca e protetor em formato de lamelas , com 363mm de largura, 107 mm de altura e 1532 mm de comprimento e rendimento estimado de 85% para duas lâmpadas fluorescentes tubulares T5. As lâmpadas usadas neste conjunto foram 2x MASTER TL5 HO 49W/840, que nesta luminária apresenta fluxo luminoso real de 7438 lm, eficiência energética estimada de 69 lm/w, temperatura de cor de 4000K, IRC de 80 e vida mediana de 30000 horas. Para fornecer a devida tensão à lâmpada, foi escolhido o reator eletrônico Philips HF-Performer bivolt para duas lâmpadas com fator de potencia de 0,99, fator de fluxo luminoso de 1,0 e distorção harmônica de 6%.

Figura 27 – Visão geral da luminária utilizada na Proposta 2

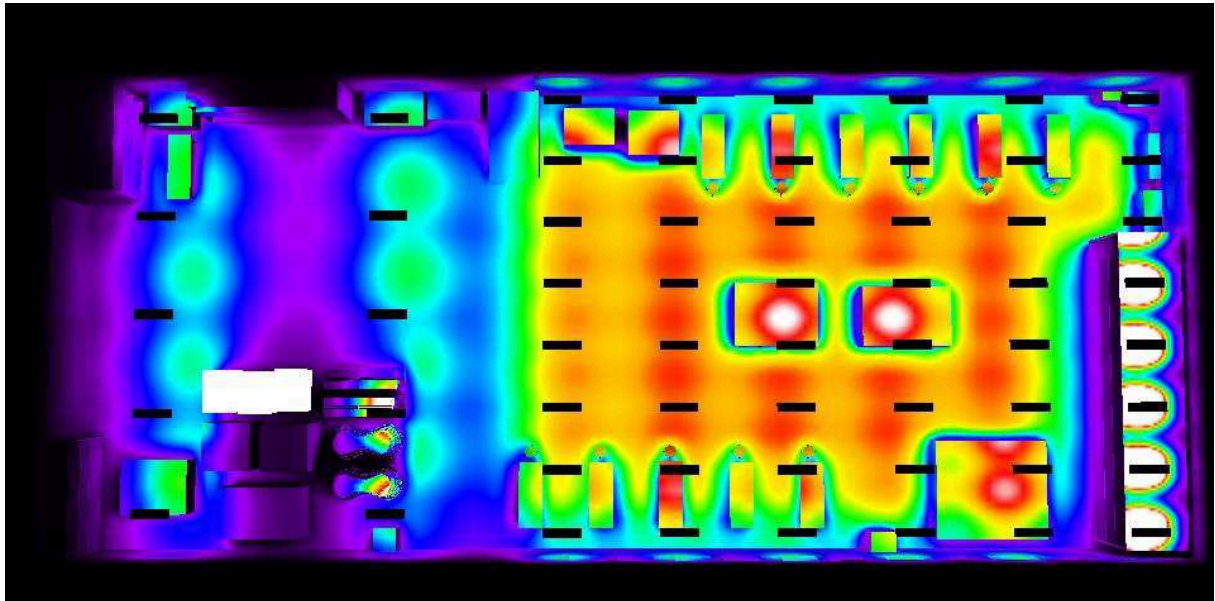


Fonte: Catalogo Philips Lighting

Após exportar a lâmpada e a luminária escolhida no catálogo e realizar a simulação no DIALux obteve-se uma proporção de 5 x 2 luminárias para área de estoque de 8 x 6 luminárias para a área de armazenagem, totalizando assim 58 conjuntos de luminárias instaladas. As especificações de localização dentro da armazenagem encontram-se no Anexo B.

A carga total instalada nesta configuração é de 6264.0 W gerando um fluxo luminoso total no valor de 431375 lm. Tal configuração gera, segundo simulação, no plano de trabalho um valor mínimo de 200 lx na área de armazenagem e 100 lux na área de estoques, conforme pode ser verificado na figura 28.

Figura 28 – Espaçamento e quantidade de lâmpadas fluorescentes T5 indicadas pelo programa



Fonte: Próprio autor

### 5.2.2.3 Proposta 3

Este sistema é composto de luminárias LED de sobrepor 4MX850 581 LED40S/840 PSU WB SI (figura 29), fabricada pela empresa Philips Lighting Holding B.V, constituída de corpo de policarbonato injetado, difusor em policarbonato transparente microtexturizado, potência do sistema 27 W , fluxo luminoso de 4000 lm, temperatura de cor de 4000 k, IRC de 85 e IP 66 e vida mediana de 70000 horas Suas dimensões são 63mm de largura, 50 mm de altura e 1528 mm de comprimento. Não necessita reator, pois na placa onde são instalados os LEDs já possui o circuito para estabilizar a tensão de utilização da lâmpada.

Figura 29- Visão geral da luminária utilizada na Proposta 3



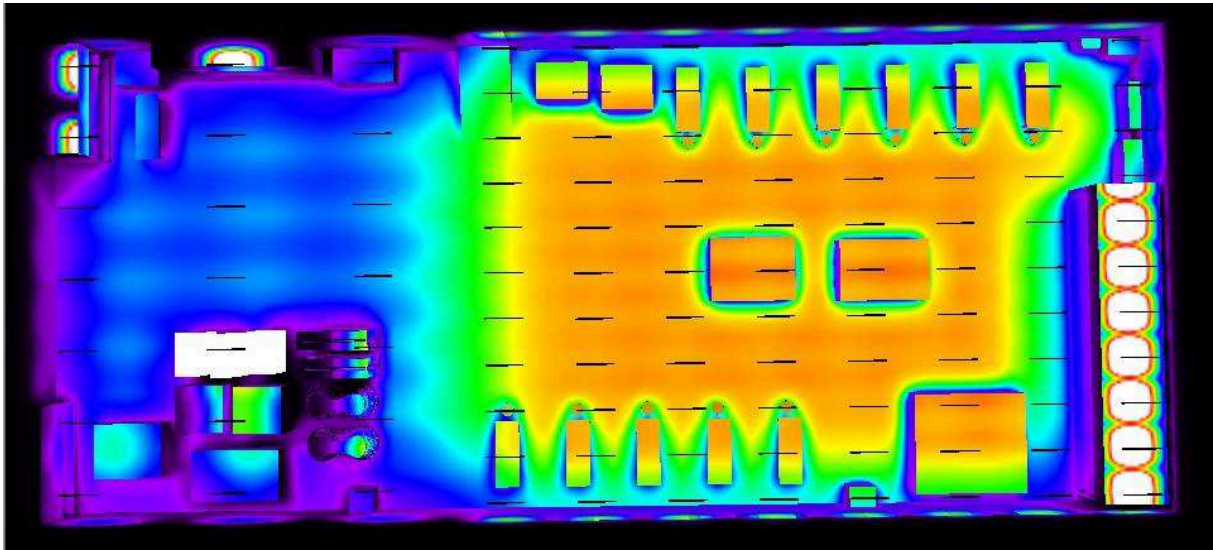
Fonte: Catálogo Philips Lighting

Após exportar a lâmpada e a luminária escolhida no catálogo e realizar a simulação no DIALux obteve-se uma proporção de 7 x 3 luminárias para área de estoque de 8 x 11 luminárias para a área de marcenaria, totalizando assim 109 conjuntos de luminárias instaladas. As especificações de localização dentro da marcenaria encontram-se no Anexo C.

A carga total instalada nesta configuração é de 3052.0 W gerando um fluxo luminoso total no valor de 436000 lm. Tal configuração gera, segundo simulação, no plano de trabalho um valor mínimo de 200 lx na área de marcenaria e 100 lux na área de estoques, conforme pode ser verificado na figura 30.



Figura 30 – Espaçamento e quantidade de lâmpadas LED indicadas pelo programa



Fonte: Próprio autor

### 5.3- Análise de viabilidade econômica

Foram estudadas três tipos de tecnologias para iluminação do galpão da marcenaria. Os três tipos foram apresentados anteriormente, e agora segue uma comparação dos mesmos.

Para realizar a análise econômica foram utilizados os preços médios das lâmpadas obtidos em sites de vendas especializadas, catálogos de fabricantes e orçamentos em lojas físicas.

#### Conjunto da proposta 1 (115W)

- Luminária *NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE* preço médio **R\$ 155,25**
  - Lâmpada modelo *F96T8/49W/SPP35* preço médio **R\$ 12,00**
  - Reator modelo *ULTRA MAX GE* preço médio **R\$ 23,80**

Totalizando : **R\$ 203,05**

#### Conjunto da proposta 2 (108W)

- Luminária *TCH481 2xTL5-49W/840 HFP M2* preço médio **R\$ 1346,00**
  - Lâmpada modelo *MASTER TL5 HO 49W/840* preço médio **R\$ 31,00**
  - Reator modelo *PHILIPS HF- PERFORMER* preço médio **R\$ 90,00**

Totalizando: **R\$ 1498,00**

Conjunto da proposta 3 (28W)

- Luminária 4MX850 581 LED40S preço médio **R\$1026 ,00**

Totalizando **R\$ 1026,00**

Considerando o preço da energia elétrica fornecida pela EDP Bandeirante , na tabela vigente em fevereiro de 2016 e durante o horário de funcionamento da empresa (7:00hrs às 16:00hrs) , o custo por KW/h é de R\$ 0,43936 .Levando estes dados em consideração o estudo da viabilidade econômica é apresentado abaixo:

Tabela 5- Representação dos dados comparativos entre as propostas

	Total de Luminárias	Ø total (lm)	Vida Útil lampada (h)	Potência (kw)	Horas ligadas/dia
Proposta 1	274	657637	30000	31.555	8
Proposta 2	58	431375	30000	6.264	8
Proposta 3	109	436000	70000	3.052	8

Fonte: Próprio autor

Tabela 6-Representação dos dados comparativos entre as propostas

	Custos com Energia 60000hrs	Custos Trocas a 60000hrs	Investimento inicial	Preço Total após 20
Proposta 1	R\$ 831.840,29	R\$ 19.673,00	R\$ 55.635,70	R\$ 907.148,99
Proposta 2	R\$ 165.129,06	R\$ 12.412,00	R\$ 86.884,00	R\$ 264.425,06
Proposta 3	R\$ 80.455,60	R\$ -	R\$ 111.834,00	R\$ 192.289,60

Fonte: Próprio autor

Tabela 7- Representação dos dados comparativos entre as propostas

GASTOS COM ENERGIA	VALORES
TL8 anual	R\$ 39.611,44
TL8 mensal	R\$ 3.300,95
TL5 anual	R\$ 7.863,29
TL5 mensal	R\$ 655,27
LED anual	R\$ 3.831,22
LED mensal	R\$ 319,27

Fonte: Próprio autor

Para a realização da comparação, os dados foram organizados em duas tabelas, tabela 7 e tabela 8, facilitando a visualização e interpretação dos mesmos. Na tabela 6 encontram-se dados relativos ao rendimento geral de cada proposta, tais como o número total de luminárias recomendadas, o fluxo luminoso total (somatória de todos os fluxos luminosos nominais), vida útil média de cada modelo de lâmpada e potência total instalada. Na Tabela 7 foram agrupados dados relativos aos aspectos econômicos de cada proposta, tais como custos com energia após 60.000 horas de uso, custos de manutenção (substituição por falhas no equipamento), investimento inicial e custos totais após 60.000 horas.

Logo de início uma comparação de dados como o número total de luminárias induzem a crer que a proposta 2 seria a mais indicada, ou ainda se, for observado o fluxo luminoso total a proposta 1 poderia ser a mais indicada, porém quando se analisa criteriosamente as duas tabelas ,percebe-se um fato interessante : a Proposta 3 é a mais eficiente !

A Proposta 3 possui muitos pontos positivos ,como menor potência instalada , o que gera menos consumo de energia elétrica e menor gasto com a mesma; dobro de tempo de vida útil das lâmpadas das outras propostas gerando uma economia com reposição de lâmpadas queimadas e mão de obra para sua manutenção; valor de fluxo luminoso total compatível com as outras propostas. O único ponto a ser considerado é o alto investimento inicial, porém o consumo de energia elétrica é cerca de 52% menor quando comparamos a proposta 2(fluorescente T5) e a proposta 3(LED) e de cerca de quase 91 % a menos quando compramos a proposta 1 (Fluorescente T8) e a proposta 3 (LED) , conforme se pôde verificar na tabela 8

Verificou-se que ao final das 60.000 horas, a lâmpada LED se saiu mais rentável, pois apesar de ter um investimento inicial maior ela é muito mais econômica que as outras.

Evidenciado assim que a Proposta 3, é a mais aconselhável dentre todas, tanto em questões econômicas quanto em questões ambientais. Pois as lâmpadas LED são conhecidas por um alto rendimento, ou seja, menor desperdício e por não levarem metais pesados em sua composição, o que facilita o descarte final do produto.

## 6 CONCLUSÃO

O propósito deste trabalho foi realizar um estudo visando à necessidade de substituição das lâmpadas mistas, atualmente utilizadas na marcenaria da Superfecta, por lâmpadas mais modernas. As tecnologias escolhidas para o projeto de modernização foram : fluorescentes T8, fluorescente T5 e LED. A principal finalidade deste estudo é obtenção da quantidade mínima de 200 lx no plano de trabalho , fornecendo aos trabalhadores um ambiente mais seguro e propicio a realização de suas atividades .

Primeiramente, iniciou-se o trabalho com uma pesquisa bibliográfica, buscando informações que foram extraídas de livros, artigos e sites de fabricantes de lâmpadas.

Em seguida, realizou-se o levantamento das informações sobre o sistema atualmente em operação no galpão da marcenaria e sobre as lâmpadas fluorescentes e LED, que são os sistemas de iluminação propostos para substituição.

Após os levantamentos das informações sobre o sistema atual foi utilizado um modelo eletrônico do ambiente para a simulação das possibilidades e desenvolvimento das propostas.

Após o desenvolvimento das mesmas, foram realizados comparativos entres elas, buscando demonstrar todos os custos envolvidos, que serviram como base para a tomada de decisão.

A realização desse trabalho foi de grande importância, pois possibilitou um grande aprendizado sobre os conceitos e sistemas de iluminação e do software DIALux que apresentou-se como ferramenta de suma importância no auxilio dos projetos luminotécnicos, se aproximando muito dos níveis de iluminância reais do sistema instalado.

Este estudo permitiu perceber as vantagens dos LEDs em relação às lâmpadas fluorescente e a importância ambiental da sua utilização. Ficou comprovado que o investimento feito na aquisição de lâmpadas de LED já é viável . Isto se deve à eficiência energética e durabilidade dos LEDs. Desta forma é possível ter o retorno do investimento em curto prazo. No projeto de iluminação apresentado acima, apesar de o investimento na tecnologia LED ser muito superior às outras pesquisadas, ela se mostrou viável devido à não necessidade de trocas e manutenção, somado à sua eficiência.

No Brasil são poucas as iniciativas tomadas para permitir que o consumidor avalie melhor a qualidade das lâmpadas a qual ele compra, situação diferente da que ocorre na Europa onde já foram implementadas diversas normas que garantem que as empresas produtoras de lâmpadas que contém metais pesados realizem o seu descarte de forma adequada, além de existirem selos identificando se a lâmpada é livre de metais pesados ou não. Isto faz com que o consumidor seja mais consciente na compra principalmente devido ao fato do não cumprimento das diretrizes atuarem diretamente no bolso do consumidor ou da companhia produtora.

O estudo apresentado neste trabalho avaliou uma tendência que esta cada vez mais próxima de se tornar viável para inúmeras aplicações. Apesar de estar ocorrendo uma grande ocupação do mercado consumidor por empresas com soluções LEDs duvidosas, isto ocorre principalmente devido ao fato de que no Brasil não existe uma legislação específica para lâmpadas LEDs.

Porém, vê-se necessário uma legislação mais rígida para o fator de potencia das lâmpadas fluorescentes compactas e reatores, além de legislações que comprometessem os fabricantes com o descarte destas lâmpadas. Isto certamente faria com que as soluções LEDs cada vez mais aparecessem com uma alternativa muito mais competitiva.

## REFERÊNCIAS

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS “**NBR-ISO 8995-1: Iluminação de interiores**”. 2013.

ABNT- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. “**NBR 5482 : Verificação de iluminância de interiores**”,1985

CATÁLOGO: **GE Lighting**. Disponível em:

<[http://www.gelighting.com/LightingWeb/br/images/catalogo-produtos-2015\\_tcm388-90024.pdf](http://www.gelighting.com/LightingWeb/br/images/catalogo-produtos-2015_tcm388-90024.pdf)>

CORISECTELMO. **Luz. Catálogo de luzes.** Disponível em:

<[http://corisectelmo.blogspot.com.br/2010\\_10\\_01\\_archive.html](http://corisectelmo.blogspot.com.br/2010_10_01_archive.html)>. Acesso em: 28 julho 2016.

DIAL. **DIALux**. Disponível em:

<<http://www.dial.de/DIAL/de/dialux.html>> Acesso em 30/04/2016.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Goniofotômetro : avaliação de equipamentos de iluminação.** Disponível em:

<<<https://www.youtube.com/watch?v=Ase8ZvEADK0>>>. Acesso em : 27 julho 2016.

MAMEDE FILHO, J. Instalações Elétricas. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MODENA, B.R; CAMPOS, D.P.; REIS F. A.B. **Viabilidade da transição fluorescente para LED no ambiente industrial**. Monografia (Graduação na Faculdade de Engenharia Elétrica e Computacional) UNICAMP. Campinas, 2011. Disponível em:  
<<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/viewFile/301/234>> Acesso em 25/04/16.

MUNDICENTER. **Lâmpadas de descarga**. Disponível em  
<<http://www.mundicenter.pt/sobre/ambiente/electrao.aspx>> Acesso em 01/04/16

NEWLINE. **Temperatura de cor**. Disponível em:

<<http://www.newline.ind.br/voce-sabe-o-que-e-temperatura-de-cor/> . Acesso em: 30 /06/2016

LUZ, J.M. **Luminotécnica**. p. 38

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático**, 2014<sup>a</sup>, 28p. Disponível em:  
<<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/ManualOsram.pd> > Acesso em: 05 de maio de 2016.

OSRAM. **Iluminação: Projetos e Conceitos**.p.58

PHILIPS Lighting. **Guia de Iluminação** p.37

PRÓ-ED.**Manual de Medição e Cálculo das Condições Luminotécnicas** .Disponível em:  
<[www.prg.usp.br/wp-content/uploads/medicaoecalculolumi\\_proed.pdf](http://www.prg.usp.br/wp-content/uploads/medicaoecalculolumi_proed.pdf) > Acesso em 02/02/16

SILVA, Mauri Luiz. **Luz Lâmpadas& Iluminação**. 3 edição, Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda.,2004.

## APÊNDICE A

Aquisição de dados luminotécnicos em uma bancada de trabalho



Visão Geral do Galpão da Marcenaria (1)





Visão Geral do Galpão da Marcenaria (2)



**VISÃO GERAL DO GALPÃO DA MARCENARIA (2)**



## ANEXO A - DOCUMENTAÇÃO REFERENTE À PROPOSTA 1

GE  
Lighting

### 4' T8 Starcoat® Ecolux® Standard F32T8 Lamps

**Low Operating Cost\***

- Retrofit existing T12 fixture with a normal ballast factor GE UltraMax® system and save up to 24% in energy
- Additional energy savings available in low ballast factor and/or GE UltraStart® systems

**Long Life\***

- 30,000 hours for 3hrs/start cycle
- 36,000 hours for 12hrs/start cycle
- 50% longer life than standard F34 T12 lamp operating on 3hr/start cycle on PRS ballast

**Reduced Mercury**

- Ecolux® low mercury products pass Federal TCLP tests

GE Express Lamp & Ballast  
Warranty Service Program\*\*



**2009 DOE LPW Regulation:**

- Standard 4ft T12 and F32 SP do not meet minimum efficiency requirements
- F32 SPX, F32 HL, F28 and F32/25 watt meet minimum efficiency requirements
- New requirements effective July 14, 2012

For more information, log on to:  
[www.gelighting.com/legislation](http://www.gelighting.com/legislation)

**Energy Savings\***

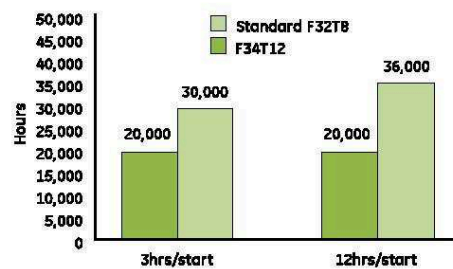
Save over \$16 a year or \$118 over the life of the lamp!



\* Energy saving and group relamp cycle figures based on 4-lamp system life rating, programmed start ballasts \$0.11 kWh energy cost, group relamp cycle at 70% rated life, and 4,100 annual burn hours.

\*\*Warranty based on GE Lamps operating on GE Ballast. See program documents for full details.

**Programmed Start Life Ratings**



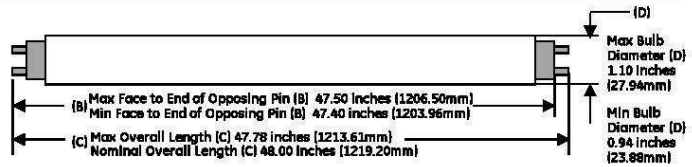
imagination at work



# 4' T8 Starcoat® Ecolux® Lamp Specs

## Lamp Characteristics – F32T8/SPX41/ECO2 – Product Code 68852

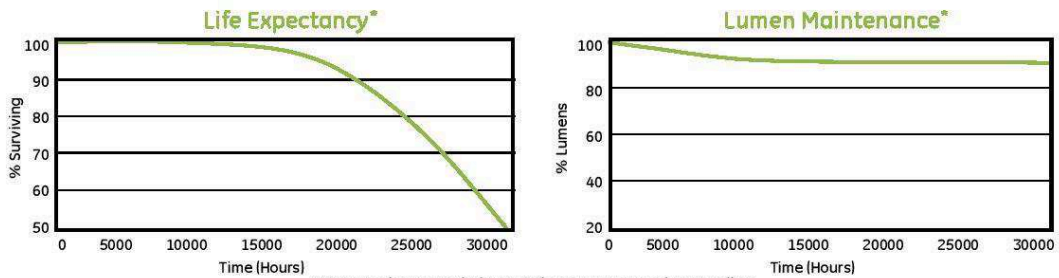
Nominal Lamp Watts (W) 32  
 Nominal Lamp Voltage (V) 137  
 Bulb Designation T8  
 Bulb Material Soda Lime  
 Base Type Medium Bi-Pin (G13)  
 TCLP Compliant Yes  
 LEED – EB MR Credit 36 picograms Hg per mean lumen hour



### Products

Product Code	Description	Case Quantity	Nominal Lamp Wattage	Initial Lumens	Mean Lumens	Initial Efficiency (Lumens/Watt)	Instant Start (IS)		Programmed Rapid Start (PRS)		Color Temp (K)	CRI	IS/PRS System Warranty (months)*
							Rated Life (3hr/Start)	Rated Life (12hr/Start)	Rated Life (3hr/Start)	Rated Life (12hr/Start)			
26666	F32T8/SP30/ECO	36	32	2,450	2,300	77	21,000	30,000	30,000	36,000	3,000	78	30/36
26667	F32T8/SP35/ECO	36	32	2,450	2,300	77	21,000	30,000	30,000	36,000	3,500	78	30/36
26668	F32T8/SP41/ECO	36	32	2,450	2,300	77	21,000	30,000	30,000	36,000	4,100	78	30/36
16090	F32T8/SP50/ECO	36	32	2,450	2,300	77	21,000	30,000	30,000	36,000	5,000	78	30/36
16091	F32T8/SP65/ECO	36	32	2,450	2,300	77	21,000	30,000	30,000	36,000	6,500	78	30/36
66347	F32T8/SPP30/ECO	36	32	2,900	2,725	91	18,000	24,000	30,000	36,000	3,000	80	30/36
66348	F32T8/SPP35/ECO	36	32	2,900	2,725	91	18,000	24,000	30,000	36,000	3,500	80	30/36
66349	F32T8/SPP41/ECO	36	32	2,900	2,725	91	18,000	24,000	30,000	36,000	4,100	80	30/36
66350	F32T8/SPP50/ECO	36	32	2,900	2,725	91	18,000	24,000	30,000	36,000	5,000	80	30/36
68850	F32T8/SPX30/ECO2	36	32	2,925	2,770	92	21,000	30,000	30,000	36,000	3,000	85	30/36
68851	F32T8/SPX35/ECO2	36	32	2,925	2,770	92	21,000	30,000	30,000	36,000	3,500	85	30/36
68852	F32T8/SPX41/ECO2	36	32	2,925	2,770	92	21,000	30,000	30,000	36,000	4,100	85	30/36
68853	F32T8/SPX50/ECO2	36	32	2,925	2,770	88	21,000	30,000	30,000	36,000	5,000	82	30/36
66342	F32T8/SPX65/ECO2	36	32	2,900	2,700	88	21,000	30,000	30,000	36,000	6,500	78	30/36
With covRguard®													
40803	F32T8/SP30/ECO/CVG	36	32	2,375	2,230	74	21,000	30,000	30,000	36,000	3,000	78	30/36
40804	F32T8/SP35/ECO/CVG	36	32	2,375	2,230	74	21,000	30,000	30,000	36,000	3,500	78	30/36
40812	F32T8/SP41/ECO/CVG	36	32	2,375	2,230	74	21,000	30,000	30,000	36,000	4,100	78	30/36
18366	F32T8/SP50/ECO/CVG	36	32	2,375	2,230	74	21,000	30,000	30,000	36,000	5,000	78	30/36
18368	F32T8/SP65/ECO/CVG	36	32	2,375	2,230	74	21,000	30,000	30,000	36,000	6,500	78	30/36
41125	F32T8/SPX30/ECO/CVG	36	32	2,835	2,690	89	21,000	30,000	30,000	36,000	3,000	85	30/36
41126	F32T8/SPX35/ECO/CVG	36	32	2,835	2,690	89	21,000	30,000	30,000	36,000	3,500	85	30/36
41127	F32T8/SPX41/ECO/CVG	36	32	2,835	2,690	89	21,000	30,000	30,000	36,000	4,100	85	30/36
15971	F32T8/SPX50/ECO/CVG	36	32	2,835	2,690	85	21,000	30,000	30,000	36,000	5,000	82	30/36

\*After date of purchase or hours of operation, whichever comes first. Time period from date of manufacture. Linear fluorescent operating at 4,000 hours per year.



\*Operating hours on 3hr/start cycle on Programmed Start Ballast

### System Information using F32T8/SPX41/ECO2 Product Code 68852

Ballast	Ballast Product Code	Ballast Description	# of Lamps	Line Volts	System Watts	System Ballast Factor	Ballast Efficacy Factor	Min. Starting Temp (°F/°C)	System Initial Lumens	System Mean Lumens	System LPW	Initial System LPW	Lamp Warranty with GE System	Ballast Warranty
UltraMax®	72266	GE232MAX-N/Ultra	2	277	53	.87	1.64	-22° / -30°	5,133	4,872	96	96	30 Months	5 Years
	78627	GE432MAX-N/Ultra	4	277	106	.87	0.81	-22° / -30°	10,266	9,744	96	96	30 Months	5 Years
UltraStart®	96714	GE232MVPS-N/Ultra	2	277	58	.89	1.53	0° / -18°	5,251	4,984	90	90	36 Months	5 Years
	96716	GE432MVPS-N/Ultra	4	277	112	.89	0.79	0° / -18°	10,502	9,968	93	93	36 Months	5 Years

For additional product and application information, please consult GE's Website: [www.gelighting.com](http://www.gelighting.com)

Information provided is subject to change without notice. Please verify all details with GE. All values are design or typical values when measured under laboratory conditions, and GE makes no warranty or guarantee, express or implied, that such performance will be obtained under end-use conditions.



GE  
Lighting



23

lumens/watt

## N-Pack NPP T8

NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE

**43463**

### Product information

Lighting fittings for T8 fluorescent lamps suitable for large areas e.g. retail, warehouse. An ideal solution for ceiling installations where access is an issue. T8 NPP is compatible with the NAL trunking system, and the NPQ is the ideal solution for track mounting the NAL system with full compatibility.

### Application areas



Industrial



Car park



Retail

CE





N-Pack NPP T8  
 NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE  
**43463**

## Product data

IP Rating	40
Certifications	CE
Mounting type	Surface-Mounted
Weight [kg]	3.81
DIALux description	GE - N-Pack NPP T8 - 2700lm - 115.2W - 43463[SKU] - Suspended / Pendant, Surface mount
Body colour	White

## Performance data

Total system power	115.2
--------------------	-------

## Electrical data

Class	Class I
Controllability	Not dimmable electronic (Static)

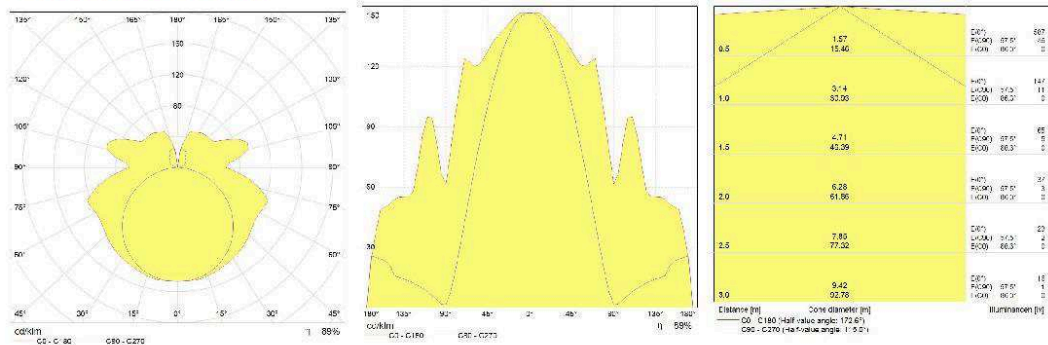
## Logistic data

Product status	Available
Pack quantity	1

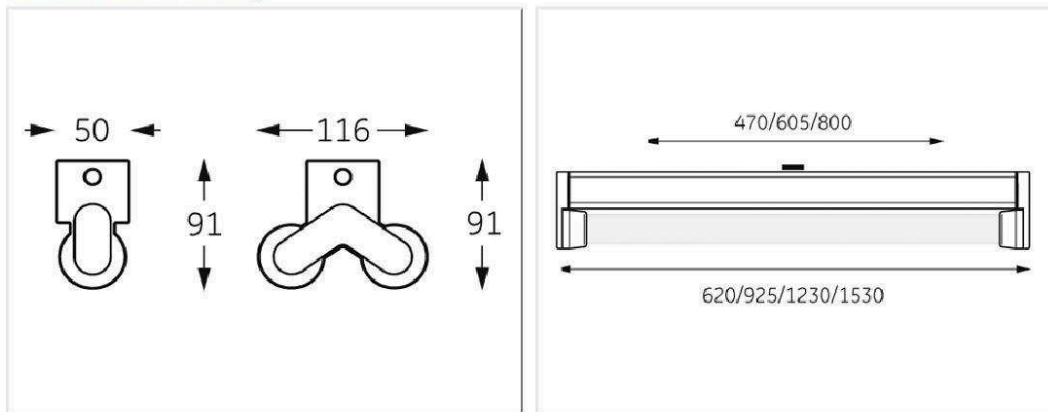


N-Pack NPP T8  
NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE  
**43463**

### Photometric Data



### Technical drawing



### Downloads & Links

[Go to the catalog site \(HTTP\)](#)

[Installation Guide \(PDF\)](#)

[High-resolution image \(HTTP\)](#)

[Traditional Indoor Luminaires Spectrum Catalogue \(PDF\)](#)

[Lighting design tools & calculators \(HTTP\)](#)

[Certificate for the Quality Management System of GE Lighting EMEA \(PDF\)](#)

[Certificate for the Environmental Management System of GE Lighting EMEA \(PDF\)](#)

GE and General Electric are both registered trademarks of the General Electric Company.

GE Lighting is constantly developing and improving its products. For this reason, all product descriptions in this brochure are intended as a general guide, and we may change specifications from time to time in the interest of product development, without prior notification or public announcement. All descriptions in this publication present only general particulars of the goods to which they refer and shall not form part of any contract. Data in this guide has been obtained in controlled experimental conditions. However, GE Lighting cannot accept any liability arising from the reliance on such data to the extent permitted.

Marcenaria



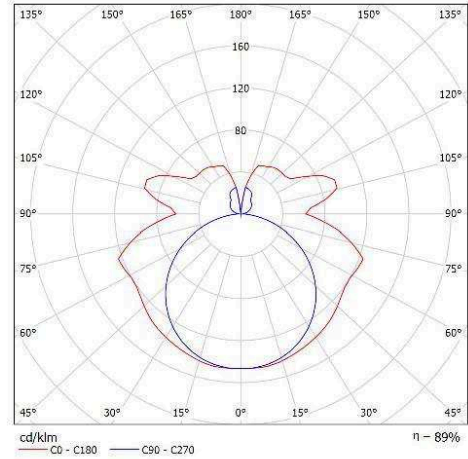
**DIALux**

28.11.2016

Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail

**GELIGHTING 43463 NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE / Luminaire Data Sheet**

**Luminous emittance 1:**



Luminaire classification according to CIE: 68  
CIE flux code: 35 62 85 68 89

**Luminous emittance 1:**

Glare Evaluation According to UGR												
Room Surface	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30	30
⌈ Ceiling												
⌈ Walls												
⌈ Floor												
Room Size X Y	Viewing direction at right angles to lamp axis						Viewing direction parallel to lamp axis					
2H	2H	24.9	26.0	25.6	26.7	27.5	22.2	23.3	22.9	24.0	24.9	24.9
	3H	27.8	28.8	28.5	29.5	30.4	23.6	24.6	24.3	25.3	26.2	26.2
	4H	29.0	29.9	29.7	30.7	31.6	24.0	24.9	24.8	25.7	26.6	26.6
	6H	30.0	30.9	30.6	31.6	32.6	24.3	25.1	25.0	25.9	26.8	26.8
	8H	30.4	31.2	31.2	32.0	33.0	24.3	25.1	25.1	25.9	26.9	26.9
12H	30.8	31.6	31.6	32.3	33.2	24.3	25.1	25.1	25.9	26.8	26.8	
4H	2H	25.1	26.0	25.9	26.8	27.7	23.1	24.0	23.8	24.8	25.7	25.7
	3H	28.3	29.1	29.1	29.9	30.9	24.8	25.5	25.5	26.3	27.3	27.3
	4H	29.7	30.4	30.5	31.2	32.2	25.4	26.1	26.2	26.9	27.9	27.9
	6H	30.9	31.5	31.7	32.4	33.4	25.8	26.4	26.6	27.2	28.2	28.2
	8H	31.4	32.0	32.3	32.8	33.9	25.9	26.4	26.7	27.3	28.3	28.3
12H	31.9	32.4	32.7	33.2	34.3	25.9	26.4	26.8	27.3	28.3	28.3	
8H	4H	29.9	30.5	30.7	31.3	32.3	26.4	26.9	27.2	27.8	28.8	28.8
	6H	31.3	31.8	32.1	32.6	33.7	27.0	27.5	27.9	28.4	29.5	29.5
	8H	31.9	32.3	32.8	33.2	34.3	27.3	27.7	28.2	28.6	29.7	29.7
	12H	32.5	32.9	33.4	33.8	34.9	27.4	27.8	28.3	28.7	29.8	29.8
	12H	4H	26.9	30.4	30.7	31.2	32.3	26.6	27.1	27.4	27.9	29.0
8H	31.3	31.7	32.2	32.6	33.7	27.4	27.8	28.3	28.7	29.8	29.8	
8H	32.0	32.4	32.9	33.3	34.4	27.7	28.1	28.6	29.0	30.1	30.1	
Variation of the observer position for the luminaire distances S												
S = 1.0H	+0.1 / -0.1						+0.1 / -0.1					
S = 1.5H	+0.1 / -0.2						+0.2 / -0.4					
S = 2.0H	+0.2 / -0.2						+0.3 / -0.7					
Standard table	BK10						BK14					
Correction Summand	13.2						8.0					
Corrected glare indices referring to 2700lm total luminous flux												

Marcenaria

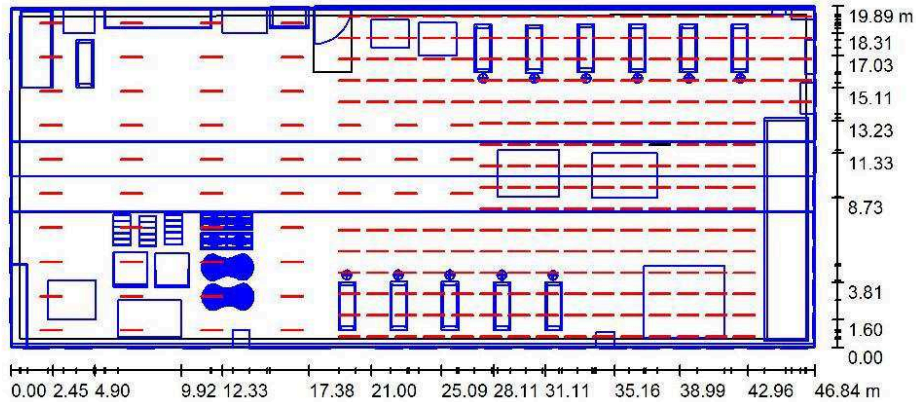


**DIALux**

28.11.2016

Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail

**Galpão marcenaria / Summary**



Height of Room: 12.000 m, Mounting Height: 3.941 m, Maintenance factor: 0.50 Values in Lux, Scale 1:335

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Plano de uso	/	0.00	0.00	0.00	0.000
Floors (4)	60	122	0.31	296	/
Tecto	80	1.03	0.00	11	0.000
Walls (4)	64	53	0.09	532	/

**Plano de uso:**

Height: 0.850 m  
Grid: 128 x 128 Points  
Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: -, Ceiling / Working Plane: - .

**Luminaire Parts List**

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	49	GELIGHTING 43463 NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE (Type 1)* (1.000)	2400	2700	115.0
2	225	GELIGHTING 43463 NL N-PACK NPP258EB LL 230 GE (1.000)	2400	2700	115.2
*Modified Technical Specifications			Total: 657637	Total: 739800	31555.0

Specific connected load: 33.97 W/m<sup>2</sup> = -1.00 W/m<sup>2</sup>/ lx (Ground area: 928.88 m<sup>2</sup>)



Marcenaria

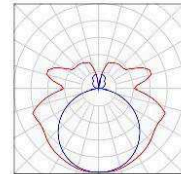

**DIALux**

28.11.2016

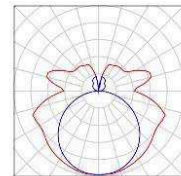
 Operator  
 Telephone  
 Fax  
 e-Mail

**Galpão marcenaria / Luminaire parts list**

49 Pieces GELIGHTING 43463 NL N-PACK NPP258EB LL  
 230 GE (Type 1)  
 Article No.: 43463  
 Luminous flux (Luminaire): 2400 lm  
 Luminous flux (Lamps): 2700 lm  
 Luminaire Wattage: 115.0 W  
 Luminaire classification according to CIE: 68  
 CIE flux code: 35 62 85 68 89  
 Fitting: 1 x User defined (Correction Factor 1.000).



225 Pieces GELIGHTING 43463 NL N-PACK NPP258EB LL  
 230 GE  
 Article No.: 43463  
 Luminous flux (Luminaire): 2400 lm  
 Luminous flux (Lamps): 2700 lm  
 Luminaire Wattage: 115.2 W  
 Luminaire classification according to CIE: 68  
 CIE flux code: 35 62 85 68 89  
 Fitting: 2 x T8 Linear Fluorescent (Correction Factor 1.000).



Marcenaria


**DIALux**

28.11.2016

 Operator  
 Telephone  
 Fax  
 e-Mail

**Galpão marcenaria / Photometric Results**

 Total Luminous Flux: 657637 lm  
 Total Load: 31555.0 W  
 Maintenance factor: 0.50  
 Boundary Zone: 0.500 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m <sup>2</sup> ]
	direct	indirect	total		
Plano de uso	0.00	0.00	0.00	/	/
Solo	122	0.00	122	60	23
Solo	152	0.00	152	60	29
Solo	66	0.00	66	60	13
Solo	18	0.00	18	60	3.38
Tecto	1.03	0.00	1.03	80	0.26
Parede 1	30	0.00	30	64	6.16
Parede 2	58	0.00	58	64	12
Parede 3	14	0.00	14	64	2.92
Parede 4	74	0.00	74	64	15

Uniformity on the working plane

 $u_0$ : 0.000

 $E_{min} / E_{max}$ : 0.000

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: - , Ceiling / Working Plane: - .

 Specific connected load: 33.97 W/m<sup>2</sup> = -1.00 W/m<sup>2</sup>/ lx (Ground area: 928.88 m<sup>2</sup>)

## ANEXO B - DOCUMENTAÇÃO REFERENTE À PROPOSTA 2



### MASTER TL5 High Output

MASTER TL5 HO 49W/840 SLV/20

This TL5 lamp (tube diameter 16 mm) offers high light output. The TL5 HO lamp is optimized for installations requiring high light output and offers excellent lumen maintenance and color rendering. Application areas vary from offices and industry to schools and retail environments.

#### Product data

##### • General Information

Cap-Base	G5 [ G5]
Bulb Shape	T5 [ 16 mm (T5)]
Life To 50% Failures	30000 h
Preheat (Nom)	
Features	na [ Not Applicable]
System Description	High Output
LSF Preheat 2000 h Rated	99 %
LSF Preheat 4000 h Rated	99 %
LSF Preheat 6000 h Rated	99 %
LSF Preheat 8000 h Rated	99 %
LSF Preheat 16000 h Rated	97 %
LSF Preheat 20000 h Rated	84 %

##### • Light Technical

Color Code	840 [ CCT of 4000K (841)]
Luminous Flux (Nom)	4900 lm
Luminous Flux (Rated) (Nom)	4375 lm
Color Designation	Cool White (CW)
Luminous Efficacy (@ Max Lumen, Rated) (Nom)	99 lm/W
Chromaticity Coordinate X (Nom)	380
Chromaticity Coordinate Y (Nom)	380
Correlated Color Temperature (Nom)	4100 K

Luminous Efficacy (rated) (Nom)	89 lm/W
Color Rendering Index (Max)	85
Color Rendering Index (Min)	80
Color Rendering Index (Nom)	82
LLMF 2000 h Rated	96 %
LLMF 4000 h Rated	95 %
LLMF 6000 h Rated	94 %
LLMF 8000 h Rated	93 %
LLMF 12000 h Rated	92 %
LLMF 16000 h Rated	90 %
LLMF 20000 h Rated	90 %

##### • Operating and Electrical

Power (Rated) (Nom)	49.2 W
Lamp Current (Nom)	0.255 A

##### • Temperature

Design Temperature (Nom)	35 °C
--------------------------	-------

##### • Controls and Dimming

Dimmable	Yes
----------	-----

##### • Mechanical and Housing

Cap-Base Information	Green Plate
----------------------	-------------

# PHILIPS

## MASTER TL5 High Output

### Approval and Application

Energy Efficiency Label (EEL)	A+
Mercury (Hg) Content (Nom)	1.4 mg
Energy Consumption kWh/1000 h	54 kWh

### Product Data

Full product code	871150063956105
-------------------	-----------------

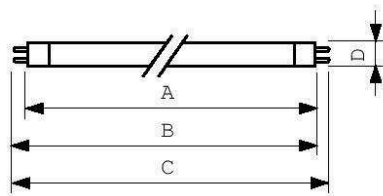
Order product name	MASTER TL5 HO 49W/840 SLV/20
EAN/UPC - Product	8711500639561
Order code	927927584061
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	20
Material Nr. (12NC)	927927584061
Net Weight (Piece)	128.700 g
ILCOS Code	FDH-49/40/1B-L/P-G5-16/1450

### Warnings and Safety

- A lamp breaking is extremely unlikely to have any impact on your health. If a lamp breaks, ventilate the room for 30 minutes and

remove the parts, preferably with gloves. Put them in a sealed plastic bag and take it to your local waste facilities for recycling. Do not use a vacuum cleaner.

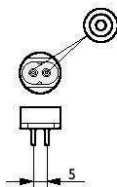
### Dimensional drawing



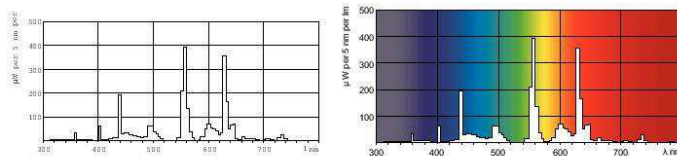
### TL5 HO 49W/840

Product	D	A	B	B	C
MASTER TL5 HO 49W/840 SLV/20	17 mm	1449.0 mm	1456.1 mm	1453.7 mm	1463.2 mm

G5, T5



### Photometric data



2016, October 10  
data subject to change

Marcenaria

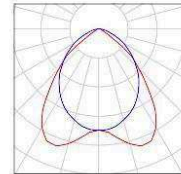
**DIALux**

28.11.2016

Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail

**Galpão marcenaria / Luminaire parts list**

58 Pieces PHILIPS TCH481 2xTL5-49WHFP M2\_840  
Article No.:  
Luminous flux (Luminaire): 7438 lm  
Luminous flux (Lamps): 8750 lm  
Luminaire Wattage: 108.0 W  
Luminaire classification according to CIE: 100  
CIE flux code: 62 91 98 100 85  
Fitting: 2 x TL5-49W/840 (Correction Factor  
1.000).



Marcenaria


**DIALux**

28.11.2016

 Operator  
 Telephone  
 Fax  
 e-Mail

**Galpão marcenaria / Photometric Results**

 Total Luminous Flux: 431375 lm  
 Total Load: 6264.0 W  
 Maintenance factor: 0.50  
 Boundary Zone: 0.500 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m <sup>2</sup> ]
	direct	indirect	total		
Plano de uso	0.00	0.00	0.00	/	/
Solo	147	0.00	147	60	28
Solo	141	0.00	141	60	27
Solo	68	0.00	68	60	13
Solo	20	0.00	20	60	3.91
Tecto	0.00	0.00	0.00	80	0.00
Parede 1	6.81	0.00	6.81	64	1.39
Parede 2	20	0.00	20	64	4.04
Parede 3	2.26	0.00	2.26	64	0.46
Parede 4	15	0.00	15	64	3.04

Uniformity on the working plane

 $u_0$ : 0.000

 $E_{min} / E_{max}$ : 0.000

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: - , Ceiling / Working Plane: - .

 Specific connected load:  $6.74 \text{ W/m}^2 = -1.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Ground area: 928.88 m<sup>2</sup>)

## SuperOmni TCH481

TCH481 2xTL5-49W/840 HFP M2

2 pcs - TL5 - 49 W - 840 neutral white - HF Performer -  
Matt mirror ribbed lamellae louver



SuperOmni TCH/FCH481 is a luminaire suitable for TL-D, TL-5 and PL-L fluorescent lamps, specifically designed for multi-purpose sports halls and tennis centers. Its robust housing complete with integrated wire guard protects the lamps against ball impact. The luminaires can be surface-mounted, suspended or installed on trunking systems. The optical system features cross lamellae to prevent users looking directly into the lamps, thus reducing glare. The optical distribution can be changed to asymmetric by re-positioning the lamp holders within the optical system (TCH481 versions only).

### Product data

#### • General Information

Number of light sources	2 pcs
Lamp family code	TL5 [ TL5]
Lamp version	NO [ -]
Lamp power	49 W
Light source color	840 neutral white
Kombipack	Lamp(s) included
Compensation circuit	-
Gear	HFP [ HF Performer]
Optic type	Matt mirror ribbed lamellae louver
Emergency lighting	-
Separate switching	-
Protection class IEC	Safety class I
Glow-wire test	Temperature 960 °C, duration 5 s
Country version	NO [ Norway]
CE mark	CE mark
ENEC mark	-
Ball impact resistance mark	Ball Impact Resistance mark
Product family code	TCH481

#### • Operating and Electrical

Input Voltage	220 to 240 V
---------------	--------------

#### • Approval and Application

Ingress protection code	IP20 [ Finger-protected]
Mech. impact protection code	IK08 [ 5 ] vandal-protected]

#### • Product Data

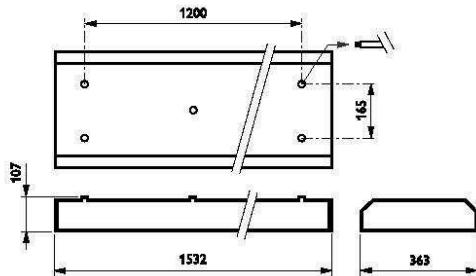
Full product code	871155900827100
Order product name	TCH481 2xTL5-49W/840 HFP M2
EAN/UPC - Product	8711559008271
Order code	910502839718
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	1
Material Nr. (12NC)	910502839718
Net Weight (Piece)	11.000 kg



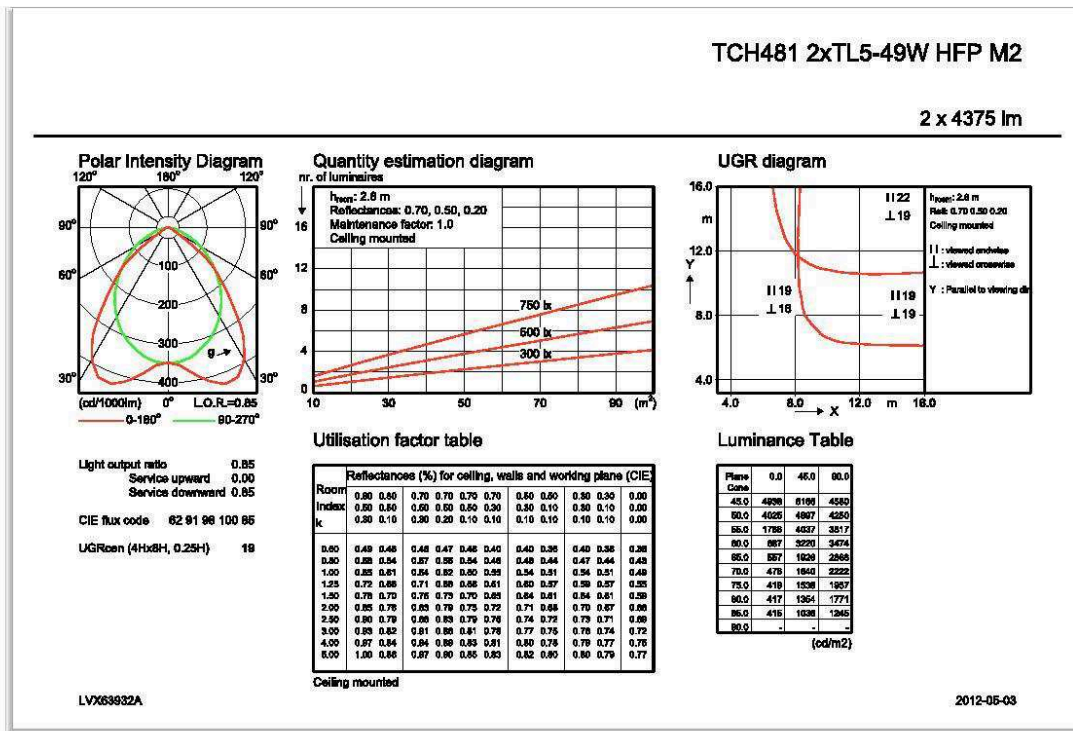
# PHILIPS

SuperOmni TCH481

Dimensional drawing



Photometric data

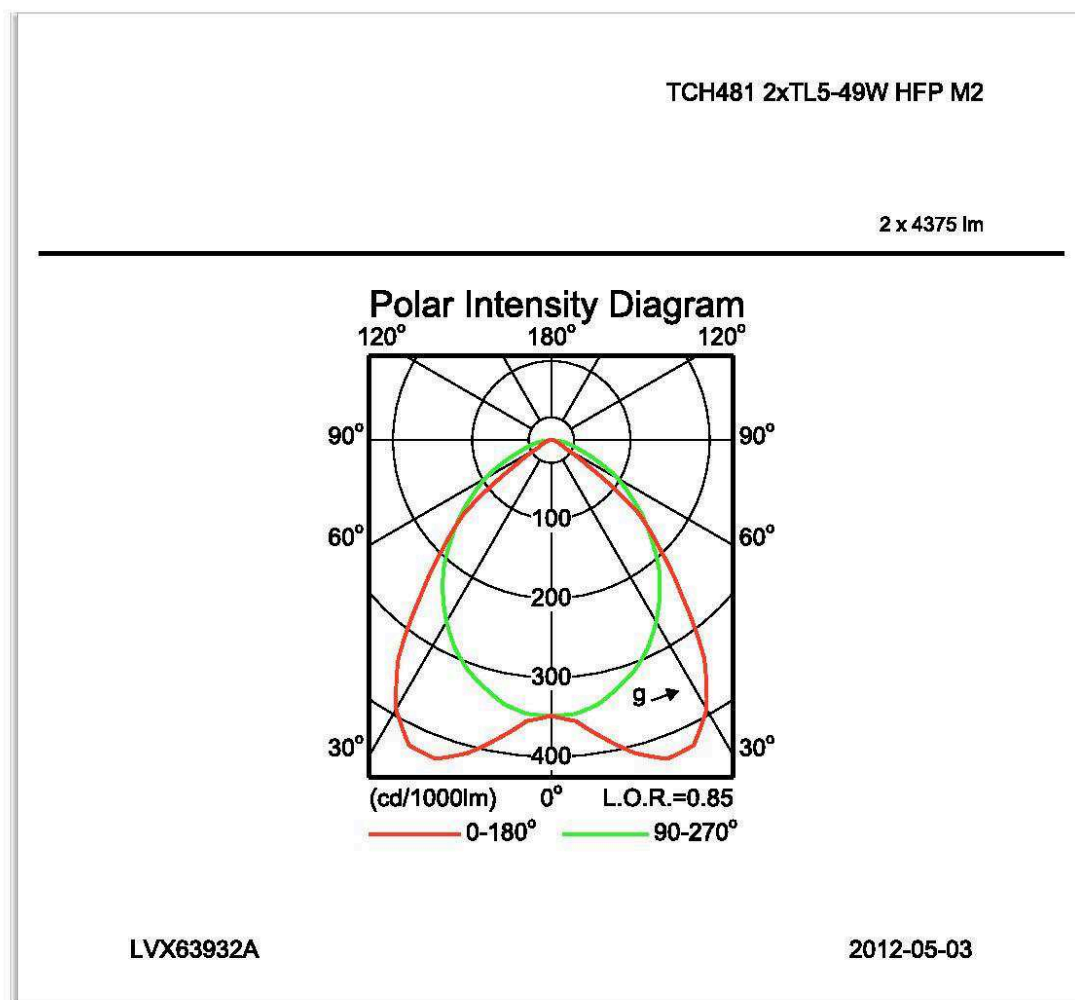


IFGU1\_TCH481 2xTL5-49W HFP M2.EPS



## SuperOmni TCH481

Photometric data



IFPC1\_TCH481\_2xTL5-49W\_HFP\_M2.EPS



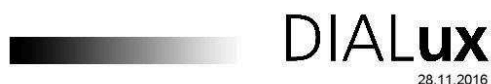
© 2016 Philips Lighting Holding B.V.  
 All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2016, October 10  
 data subject to change

Marcenaria

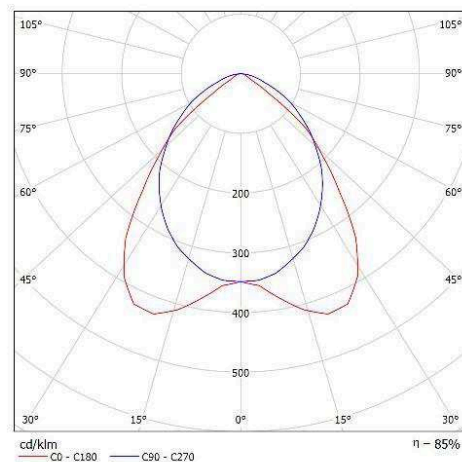


Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail

PHILIPS TCH481 2xTL5-49W HFP M2\_840 / Luminaire Data Sheet



Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to CIE: 100  
CIE flux code: 62 91 98 100 85

SuperOmni – impact protection SuperOmni TCH/FCH481 is a luminaire suitable for TL-D, TL-5 and PL-L fluorescent lamps, specifically designed for multi-purpose sports halls and tennis centers. Its robust housing complete with integrated wire guard protects the lamps against ball impact. The luminaires can be surface-mounted, suspended or installed on trunking systems. The optical system features cross lamellae to prevent users looking directly into the lamps, thus reducing glare. The optical distribution can be changed to asymmetric by re-positioning the lamp holders within the optical system (TCH481 versions only).

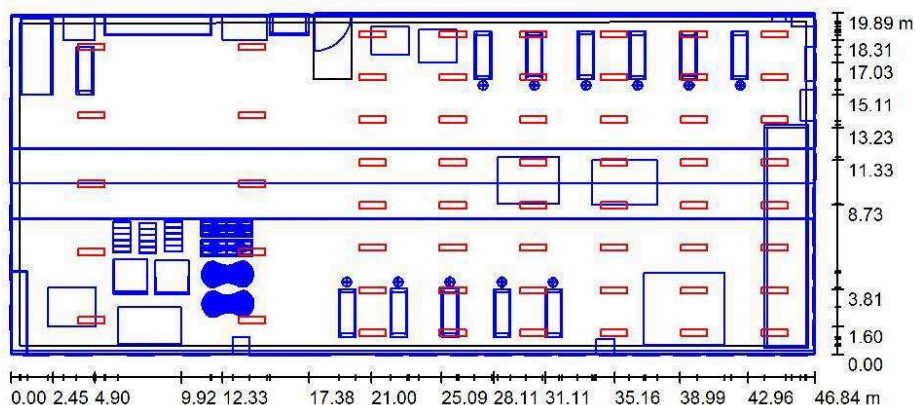
Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR											
Room Size	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis					
X / Y	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
2H	2H	11.6	12.7	11.8	12.9	13.1	17.5	18.6	17.8	19.0	19.0
	3H	11.9	12.9	12.2	13.1	13.4	18.2	19.2	18.6	19.5	19.8
	4H	12.0	12.9	12.3	13.2	13.5	18.5	19.4	18.8	19.7	20.0
	6H	12.1	12.9	12.4	13.2	13.5	18.6	19.5	19.0	19.8	20.1
	8H	12.1	12.9	12.4	13.2	13.5	18.7	19.5	19.0	19.8	20.1
	12H	12.1	12.9	12.5	13.2	13.5	18.7	19.5	19.1	19.8	20.1
4H	2H	12.3	13.2	12.6	13.5	13.8	17.5	18.4	17.8	18.7	18.9
	3H	13.0	13.8	13.3	14.1	14.4	18.4	19.2	18.7	19.5	19.8
	4H	13.3	14.0	13.7	14.3	14.7	18.7	19.4	19.1	19.8	20.1
	6H	13.4	14.0	13.9	14.4	14.8	19.0	19.6	19.4	20.0	20.4
	8H	13.5	14.0	13.9	14.4	14.8	19.1	19.7	19.5	20.0	20.5
	12H	13.5	14.0	14.0	14.4	14.8	19.2	19.7	19.6	20.1	20.5
8H	4H	13.8	14.3	14.2	14.7	15.1	18.7	19.3	19.2	19.7	20.1
	6H	14.1	14.6	14.6	15.0	15.4	19.1	19.6	19.6	20.0	20.4
	8H	14.2	14.6	14.7	15.0	15.5	19.3	19.7	19.7	20.1	20.6
	12H	14.3	14.6	14.8	15.1	15.6	19.4	19.7	19.9	20.2	20.7
12H	4H	13.9	14.3	14.3	14.7	15.2	18.7	19.2	19.2	19.6	20.0
	6H	14.2	14.6	14.7	15.1	15.5	19.1	19.5	19.6	19.9	20.4
	8H	14.4	14.7	14.9	15.2	15.7	19.3	19.6	19.8	20.1	20.6
Variation of the observer position for the luminaire distances S:											
S = 1.0H	+0.7 / -1.5					+0.5 / -0.5					
S = 1.5H	+1.7 / -3.7					+0.7 / -1.2					
S = 2.0H	+2.8 / -4.6					+1.3 / -2.0					
Standard table	BK02					BK03					
Correction Summand	-9.4					-6.3					
Corrected glare indices referring to 3750lm total luminous flux											

Marcenaria

**DIALux**  
 28.11.2016

 Operator  
 Telephone  
 Fax  
 e-Mail

**Galpão marcenaria / Summary**


Height of Room: 12.000 m, Maintenance factor: 0.50

Values in Lux, Scale 1:335

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Plano de uso	/	0.00	0.00	0.00	0.000
Floors (4)	60	147	0.01	339	/
Tecto	80	0.00	0.00	0.00	0.000
Walls (4)	64	14	0.00	201	/

**Plano de uso:**

 Height: 0.850 m  
 Grid: 128 x 128 Points  
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: - , Ceiling / Working Plane: - .

**Luminaire Parts List**

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	58	PHILIPS TCH481 2xTL5-49WHFP M2_840 (1.000)	7438	8750	108.0
Total:			431375	507500	6264.0

 Specific connected load: 6.74 W/m<sup>2</sup> = -1.00 W/m<sup>2</sup>/ lx (Ground area: 928.88 m<sup>2</sup>)

Marcenaria

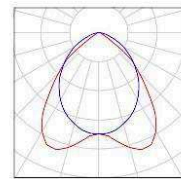


**DIALux**  
28.11.2016

Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail

### Galpão marcenaria / Luminaire parts list

58 Pieces PHILIPS TCH481 2xTL5-49WHFP M2\_840  
Article No.:  
Luminous flux (Luminaire): 7438 lm  
Luminous flux (Lamps): 8750 lm  
Luminaire Wattage: 108.0 W  
Luminaire classification according to CIE: 100  
CIE flux code: 62 91 98 100 85  
Fitting: 2 x TL5-49W/840 (Correction Factor 1.000).



Marcenaria


**DIALux**

28.11.2016

 Operator  
 Telephone  
 Fax  
 e-Mail

**Galpão marcenaria / Photometric Results**

 Total Luminous Flux: 431375 lm  
 Total Load: 6264.0 W  
 Maintenance factor: 0.50  
 Boundary Zone: 0.500 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m <sup>2</sup> ]
	direct	indirect	total		
Plano de uso	0.00	0.00	0.00	/	/
Solo	147	0.00	147	60	28
Solo	141	0.00	141	60	27
Solo	68	0.00	68	60	13
Solo	20	0.00	20	60	3.91
Tecto	0.00	0.00	0.00	80	0.00
Parede 1	6.81	0.00	6.81	64	1.39
Parede 2	20	0.00	20	64	4.04
Parede 3	2.26	0.00	2.26	64	0.46
Parede 4	15	0.00	15	64	3.04

Uniformity on the working plane

u0: 0.000

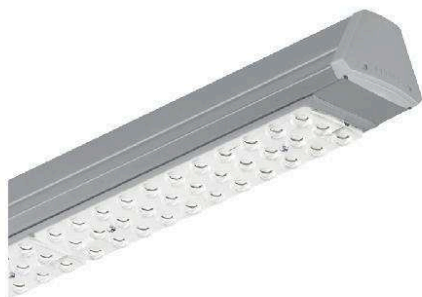
 E<sub>min</sub> / E<sub>max</sub>: 0.000

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: - , Ceiling / Working Plane: - .

 Specific connected load: 6.74 W/m<sup>2</sup> = -1.00 W/m<sup>2</sup>/ lx (Ground area: 928.88 m<sup>2</sup>)

## ANEXO C - DOCUMENTAÇÃO REFERENTE À PROPOSTA 3

### Maxos LED



4MX850 581 LED40S/840 PSU WB SI

4MX850 - 1 unit for TL-D 58 W - LED Module, system flux 4000 lm - 840 neutral white - Power supply unit - Wide beam - Silver

Customers in the industrial and retail sectors are looking for general lighting solutions with a justifiable payback, while meeting all relevant norms for supermarkets and industry applications. For a limited investment, Maxos LED Industry offers best-in-class energy savings while delivering high lux levels at the required color temperatures and glare factors. The minimalistic Maxos LED Industry system comprises exchangeable mid-power LED boards mounted on a standard Maxos trunking rail. A choice of wide and medium-beam lenses means flexibility in light distribution. Compared with a conventional fluorescent installation, this highly efficient LED solution offers full payback in less than three years. And the benefits keep coming: the use of our upgradable LED engine platform makes Maxos LED Industry a truly future-proof solution.

#### Product data

##### • General Information

Number of light sources	1 pc
Lamp family code	LED40S [ LED Module, system flux 4000 lm]
Light source color	840 neutral white
Cap-Base	- [ - ]
Light source replaceable	No
Gear	-
Driver/power unit/transformer	Power supply unit
Driver included	Yes
Optic type	Wide beam
Optical cover/lens type	Polymethyl methacrylate bowl/cover
Luminaire light beam spread	47°
Connection	Connection unit 5-pole
Cable	-
Protection class IEC	Safety class I
Glow-wire test	Temperature 650 °C, duration 5 s

Flammability mark	For mounting on easily flammable surfaces
CE mark	CE mark
ENEC mark	-
UL mark	-
Product family code	4MX850

##### • Light Technical

Luminous flux tolerance	+/-10%
-------------------------	--------

##### • Operating and Electrical

Input Voltage	220-240 V
Input Frequency	50 to 60 Hz
Power consumption tolerance	+/-10%

##### • Controls and Dimming

Dimmable	No
----------	----

# PHILIPS

## Maxos LED

### • Mechanical and Housing

Trunking length	581 [ 1 unit for TL-D 58 W]
Housing Material	Steel
Optic material	Polymethyl methacrylate
Optical cover/lens material	Polymethyl methacrylate
Gear tray material	-
Fixation material	Steel

### • Approval and Application

Ingress protection code	IP20 [ Finger-protected]
Mech. impact protection code	IK02 [ 0.2 ] standard]

### • Initial Performance (IEC Compliant)

Initial luminous flux	4000 lm
Initial LED luminaire efficacy	148 lm/W
Init. Corr. Color Temperature	4000 K
Initial chromaticity	(0.38, 0.38) SDCM <3
Initial input power	27 W

### • Over Time Performance (IEC Compliant)

Median useful life L90B50	25000 h
Median useful life L80B50	50000 h

Median useful life L70B50	70000 h
Driver failure rate at 5000 h	1 %

### • Application Conditions

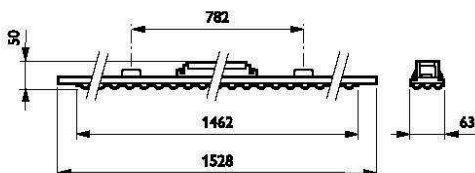
Ambient temperature range	-20 to +35 °C
Maximum dim level	1%
Suitable for random switching	Not applicable

### • Product Data

Full product code	403073266551899
Order product name	4MX850 581 LED40S/840 PSU WB SI
EAN/UPC - Product	4030732665518
Order code	910629153226
Numerator - Quantity Per Pack	1
Numerator - Packs per outer box	3
Material Nr. (12NC)	910629153226
Net Weight (Piece)	1.815 kg



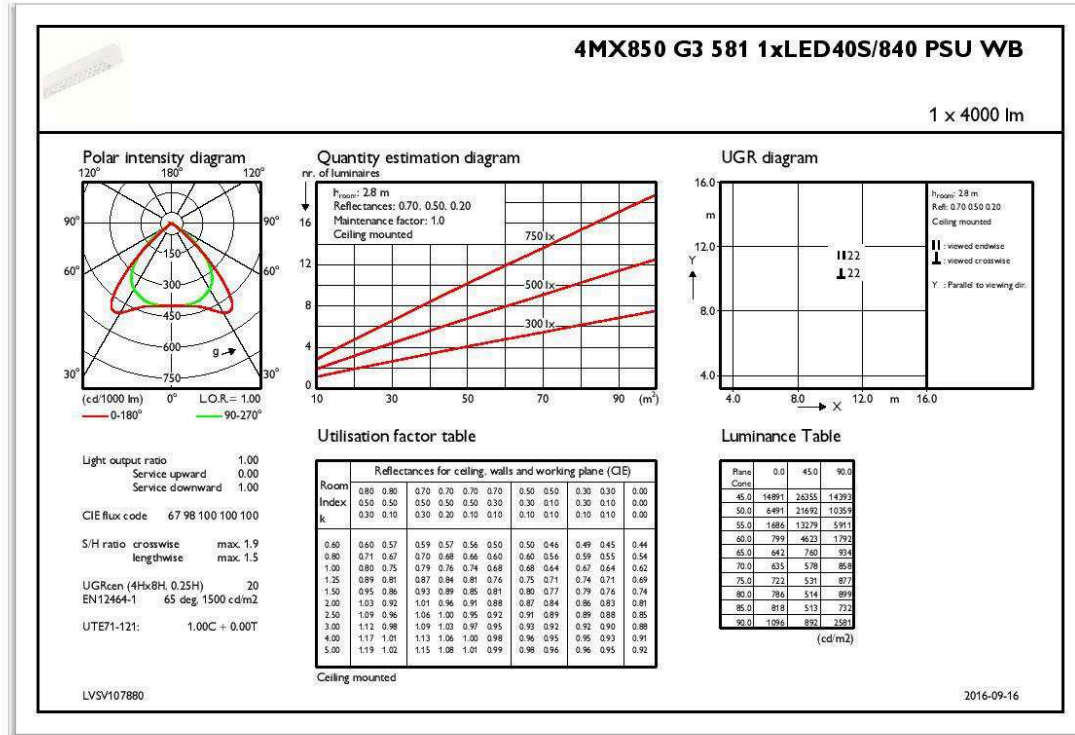
## Dimensional drawing



4MX850 - 1 unit for TL-D 58 W - LED Module, system flux 4000 lm - Power supply unit - Wide beam

Maxos LED

Photometric data

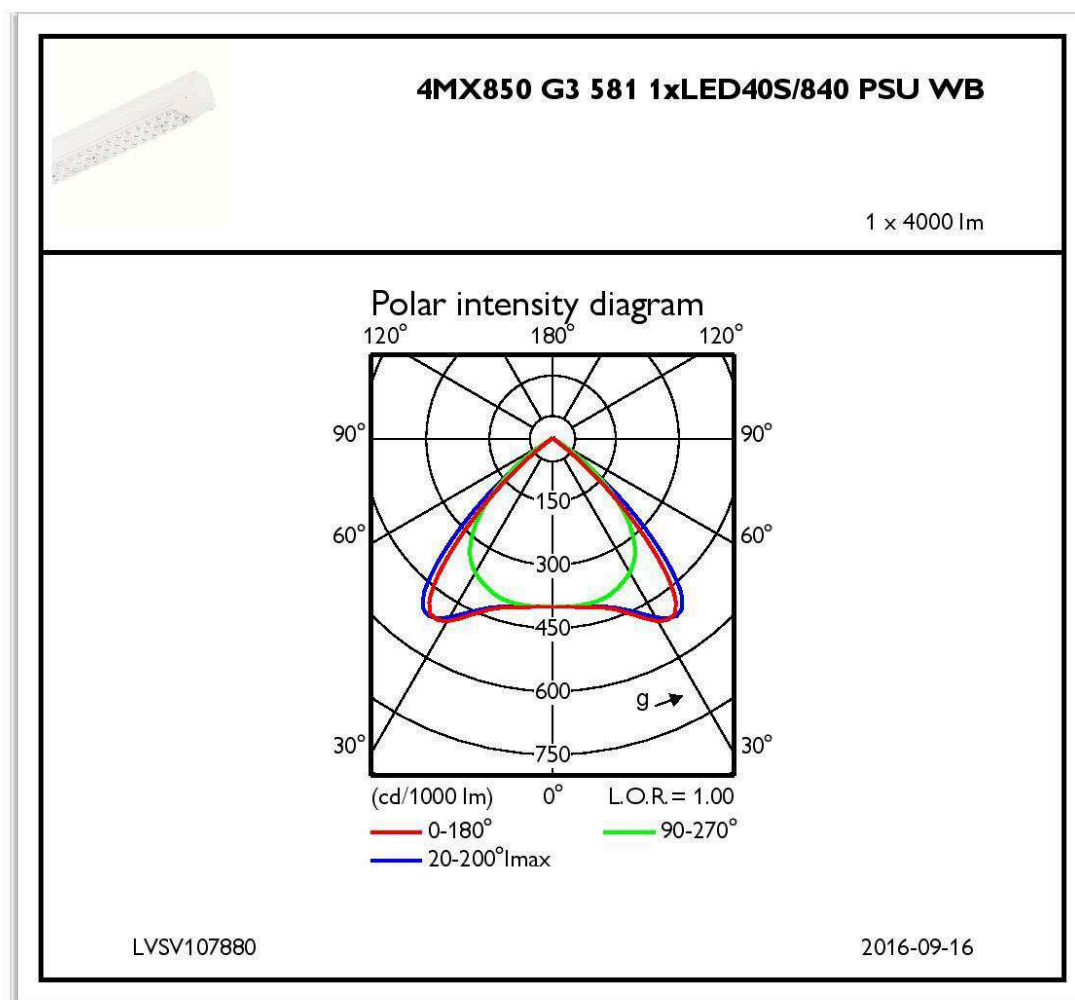


IFGU1\_4MX850G35811xLED40S840PSUWB



## Maxos LED

## Photometric data



IFPC1\_4MX850G35811xLED40S840PSUWB



© 2016 Philips Lighting Holding B.V.  
All rights reserved.

Specifications are subject to change without notice. Trademarks are the property of Koninklijke Philips N.V. (Royal Philips) or their respective owners.

[www.philips.com/lighting](http://www.philips.com/lighting)

2016, October 21  
data subject to change

Marcenaria

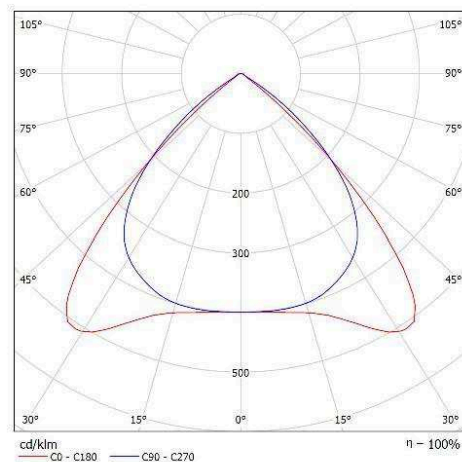


Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail

PHILIPS 4MX850 G3 581 1xLED40S/840/840 No WB / Luminaire Data Sheet

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to CIE: 100  
CIE flux code: 66 98 100 100 100

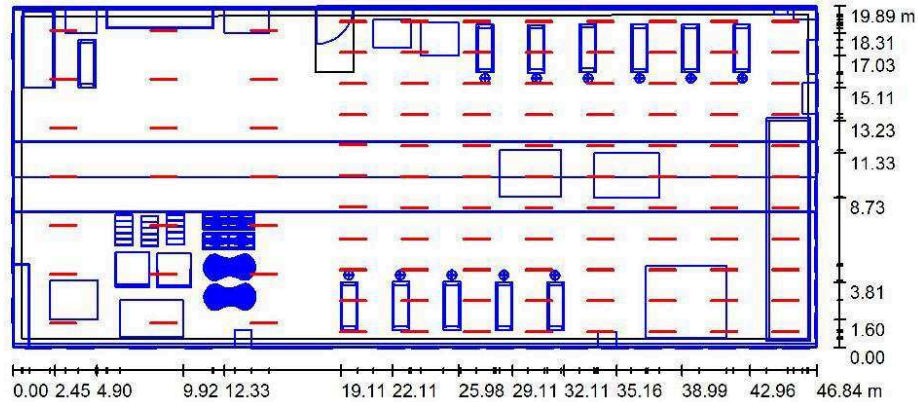
Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR										
Room Surface	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
⌈ Ceiling	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
⌋ Walls	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
⌋ Floor										
Room Size X Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	9.0	10.0	9.3	10.3	10.5	15.1	16.2	15.4	16.6
	3H	9.1	10.0	9.4	10.3	10.5	15.1	16.0	15.4	16.2
	4H	9.2	10.0	9.5	10.3	10.6	15.1	15.9	15.4	16.2
	6H	9.3	10.1	9.7	10.4	10.7	15.1	15.8	15.4	16.1
	8H	9.4	10.2	9.8	10.5	10.8	15.0	15.8	15.4	16.1
	12H	9.5	10.2	9.9	10.5	10.9	15.0	15.7	15.4	16.0
4H	2H	9.0	9.8	9.3	10.1	10.3	14.9	15.8	15.2	16.0
	3H	9.1	9.8	9.5	10.1	10.5	14.9	15.6	15.3	15.9
	4H	9.3	9.9	9.6	10.2	10.6	14.9	15.5	15.3	15.9
	6H	9.5	10.0	9.9	10.4	10.8	15.0	15.5	15.4	15.9
	8H	9.6	10.1	10.0	10.5	10.9	15.0	15.5	15.4	15.8
	12H	9.8	10.2	10.2	10.6	11.0	15.0	15.4	15.4	15.8
8H	4H	9.3	9.7	9.7	10.1	10.5	14.8	15.3	15.3	15.7
	6H	9.5	9.9	10.0	10.4	10.8	14.9	15.3	15.3	15.7
	8H	9.7	10.1	10.2	10.5	11.0	14.9	15.2	15.4	15.7
	12H	9.9	10.2	10.4	10.7	11.2	14.9	15.2	15.4	15.7
12H	4H	9.2	9.7	9.7	10.1	10.5	14.8	15.2	15.2	15.6
	6H	9.5	9.9	10.0	10.3	10.8	14.8	15.2	15.3	15.6
	8H	9.7	10.0	10.2	10.5	11.0	14.9	15.2	15.4	15.6
Variation of the observer position for the luminaire distances S:										
S = 1.0H	+2.6 / -7.6					+1.9 / -3.2				
S = 1.5H	+4.1 / -12.8					+4.0 / -11.0				
S = 2.0H	+5.3 / -13.6					+4.5 / -12.1				
Standard table	BK00					BK00				
Correction										
Summand	-3.0					-3.1				
Corrected glare indices referring to 4000lm total luminous flux										

Marcenaria

**DIALux**  
 28.11.2016

 Operator  
 Telephone  
 Fax  
 e-Mail

**Galpão marcenaria / Summary**


Height of Room: 12.000 m, Maintenance factor: 0.50

Values in Lux, Scale 1:335

Surface	$\rho$ [%]	$E_{av}$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	u0
Plano de uso	/	0.00	0.00	0.00	0.000
Floors (4)	60	151	0.01	309	/
Tecto	80	0.00	0.00	0.00	0.000
Walls (4)	64	12	0.00	262	/

**Plano de uso:**
 Height: 0.850 m  
 Grid: 128 x 128 Points  
 Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: - , Ceiling / Working Plane: - .

**Luminaire Parts List**

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	$\Phi$ (Luminaire) [lm]	$\Phi$ (Lamps) [lm]	P [W]
1	109	PHILIPS 4MX850 G3 581 1xLED40S/840/840 No WB (1.000)	4000	4000	28.0
Total:			436000	436000	3052.0

Specific connected load: 3.29 W/m<sup>2</sup> = -1.00 W/m<sup>2</sup>/ lx (Ground area: 928.88 m<sup>2</sup>)

Marcenaria

**DIALux**  
28.11.2016Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail**Galpão marcenaria / Luminaire parts list**109 Pieces PHILIPS 4MX850 G3 581 1xLED40S/840/840 No  
WB

Article No.:

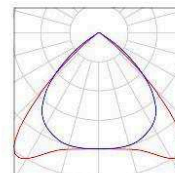
Luminous flux (Luminaire): 4000 lm

Luminous flux (Lamps): 4000 lm

Luminaire Wattage: 28.0 W

Luminaire classification according to CIE: 100

CIE flux code: 66 98 100 100 100

Fitting: 1 x LED40S/840 (Correction Factor  
1.000).See our luminaire  
catalog for an image of  
the luminaire.

Marcenaria


**DIALux**

28.11.2016

 Operator  
 Telephone  
 Fax  
 e-Mail

**Galpão marcenaria / Photometric Results**

 Total Luminous Flux: 436000 lm  
 Total Load: 3052.0 W  
 Maintenance factor: 0.50  
 Boundary Zone: 0.500 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m <sup>2</sup> ]
	direct	indirect	total		
Plano de uso	0.00	0.00	0.00	/	/
Solo	151	0.00	151	60	29
Solo	178	0.00	178	60	34
Solo	43	0.00	43	60	8.12
Solo	29	0.00	29	60	5.47
Tecto	0.00	0.00	0.00	80	0.00
Parede 1	5.05	0.00	5.05	64	1.03
Parede 2	18	0.00	18	64	3.58
Parede 3	2.31	0.00	2.31	64	0.47
Parede 4	14	0.00	14	64	2.78

Uniformity on the working plane

 $u_0$ : 0.000

 $E_{min} / E_{max}$ : 0.000

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: - , Ceiling / Working Plane: - .

 Specific connected load:  $3.29 \text{ W/m}^2 = -1.00 \text{ W/m}^2 / \text{lx}$  (Ground area: 928.88 m<sup>2</sup>)

## ANEXO D – DOCUMENTAÇÃO REFERENTE À LÂMPADA MISTA



# ML

ML L 160W 220V E27 24PK

Lâmpada de luz mista.

### Dados do produto

#### • General Information

Cap-Base	E27 [ E27]
Bulb Shape	E75 [ E 75 mm]
Operating Position	VBU/VBD30 [ vbu/vbd30]
Life To 5% Failures (Nom)	2000 h
Life To 20% Failures (Nom)	7000 h
Life To 50% Failures (Nom)	13000 h

#### • Light Technical

Luminous Flux (Rated) (Min)	2850 lm
Luminous Flux (Rated) (Nom)	3150 lm
Manutenção luminica 2000h (min.)	82 %
Manutenção luminica 2000h (Nom.)	87 %
Manutenção luminica a 5000 h (Min)	78 %
Manutenção luminica a 5000 h (Nom)	83 %
Chromaticity Coordinate X (Nom)	399
Chromaticity Coordinate Y (Nom)	380
Correlated Color Temperature (Nom)	3600 K
Luminous Efficacy (rated) (Nom)	19 lm/W
Índice de restituição cromática (Nom.)	63

#### • Operating and Electrical

Lamp supply voltage	220-230 V
Power (Rated) (Nom)	165.0 W
Lamp Current (EM) (Max)	0.8 A
Lamp Current (EM) (Min)	0.72 A
Lamp Current (EM) (Nom)	0.76 A
Ignition Supply Voltage (Max)	170 V
Voltage (Nom)	225 V

#### • Controls and Dimming

Dimmable	Não
----------	-----

#### • Mechanical and Housing

Bulb Finish	Revestido [ Vidro revestido (CO)]
Bulb Material	Vidro mole

#### • Approval and Application

Energy Efficiency Label (EEL)	C
Mercury (Hg) Content (Nom)	12 mg
Energy Consumption kWh/1000 h	181 kWh

#### • Luminaire Design Requirements

Bulb Temperature (Max)	350 °C
------------------------	--------

# PHILIPS

## ML

Cap-Base Temperature (Max) 200 °C

• Product Data

Full product code 872790030300100  
 Order product name ML L 160W 220V E27 24PK  
 EAN/UPC - Product 8727900303001

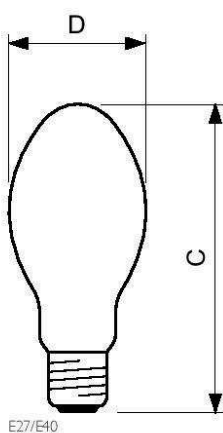
Order code 928601008912  
 Local Code ML160W-IMP  
 Numerator - Quantity Per Pack 1  
 Numerator - Packs per outer box 24  
 Material Nr. (12NC) 928601008912  
 Net Weight (Piece) 0.082 kg

Avisos e Segurança

- A lamp breaking is extremely unlikely to have any impact on your health. If a lamp breaks, ventilate the room for 30 minutes and

remove the parts, preferably with gloves. Put them in a sealed plastic bag and take it to your local waste facilities for recycling. Do not use a vacuum cleaner.

Desenho dimensional



ML 160W E27 220-230V SG

Product	D	C
ML 160W 220V E27 24PK	76 mm	172 mm



Dados fotométricos

