

ANÁLISE E SOLUÇÕES PARA O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DA EMPRESA DE COSTURA PINHEIRINHOS LTDA

ANALYSIS AND SOLUTIONS FOR THE LIGHTING SYSTEM OF COSTURA PINHEIRINHOS LTDA

Diego Rodrigues Santos da Silva¹, Sérgio Fernandes de Freitas², Marcus Valério Rocha Garcia³

Resumo: Este artigo tem como objetivo principal analisar e propor soluções para o sistema de iluminação da empresa de costura Pinheirinhos LTDA, porque muitas empresas principalmente de pequeno porte como é a empresa em questão, por diversos motivos não seguem as normas técnicas em diversas partes de suas instalações e a não conformidade com as normas afeta na produtividade das pessoas envolvidas e por consequência nos produtos que as mesmas produzem. Mostrando um pouco da história da iluminação principalmente de interiores, passando por sua criação, como as civilizações antigas a utilizavam e como a iluminação foi sendo aperfeiçoada até os dias de hoje, mostrando a importância que um sistema de iluminação eficiente influi muito na vida das pessoas. O objetivo do artigo será alcançado através do método dos lumens e da norma NBR 5413. E será utilizado o software Dialux para se ter uma visão 3D de como esta e como ficará o ambiente depois da análise e da solução proposta para o problema através dos resultados obtidos.

Palavras-Chave: iluminação, análise, costura, empresa

Abstract: *The main objective of this article is to analyze and propose solutions for the lighting system of the sewing company Pinheirinhos LTDA, because many companies, mainly small, such as the company in question, for various reasons do not follow the technical standards in different parts of their facilities. and non-compliance with the rules affects the productivity of the people involved and, consequently, the products they produce. Showing a little of the history of lighting, mainly for interiors, going through its creation, how ancient civilizations used it and how lighting has been improved until today, showing the importance that an efficient lighting system influences a lot in people's lives. The objective of the article will be achieved through the lumens method and the NBR 5413 standard. And the Dialux software will be used to have a 3D view of how this and how the environment will*

look after the analysis and the proposed solution to the problem through the results obtained.

Keywords: *lighting, analysis, sewing, company*

I. INTRODUÇÃO

Antigamente o homem só conseguia realizar tarefas no período do dia porque é iluminado pelo sol, mas com o domínio das técnicas de fazer fogo tudo mudou, porque assim seu período de produtividade se expandia para além do período da luz solar. Segundo JMC Elétrica (2019), uma invenção do homem muito importante foi às tochas primitivas, que depois foram aperfeiçoadas pelos fenícios, egípcios e outros povos subseqüentes por cipó, tochas de madeira resinada, vela, candelabro, entre outros, que possibilitava levar o fogo por longas distâncias, no período sem luz solar, assim mantendo o caminho iluminado para facilitar a visualização de inimigos ou outros tipos de perigos. Segundo JMC Elétrica (2019), no século 19 aconteceram às maiores descobertas para a iluminação mundial, a primeira foi à iluminação a gás, que foi substituída pela iluminação elétrica com a invenção da lâmpada elétrica por Thomas Edison em 1879. Com essa breve passada na história da iluminação artificial e como a mesma foi evoluindo até a chegada da eletricidade. Hoje em dia os sistemas de iluminação artificial evoluíram tanto que já existem varias normas técnicas que auxiliam as pessoas e os profissionais para fazerem sistemas de qualidade mais eficientes e seguro. Mas nem sempre as pessoas se utilizam dessas normas técnicas, para fazer os sistemas de iluminação, e por motivos diversos acabam procurando profissionais não qualificados, ou pior, acabam fazendo por conta sem ter nenhuma qualificação. A empresa PINHEIRINHOS LTDA fundada no ano de 1998, na cidade de Guarulhos/SP, é uma empresa familiar de pequeno porte, é uma empresa do ramo têxtil, especializada na confecção de peças de roupas, que tem o objetivo de oferecer aos seus clientes um produto com alta qualidade, com eficiência e eficácia em cada peça produzida. O publico alvo da empresa são as empresa de médio porte,

¹Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário ENIAC. e-mail: 241262015@eniac.edu.br

²Mestre em Engenharia, Professor do Centro Universitário ENIAC. e-mail: sergio.fernandes@eniac.edu.br

³Mestre em Engenharia, Professor, Pesquisador do NUPE do Centro Universitário ENIAC. e-mail: marcus.valerio@eniac.edu.br

localizadas principalmente no bairro do Brás que fica na cidade de São Paulo/SP, que precisem terceirizar a sua produção. Esse ramo tem muita concorrência e a empresa presa pela qualidade do serviço e o compromisso de entrega até o dia combinado. A empresa possui uma estrutura física de 50m², 9 funcionários sendo a maioria mulheres com mais de 40 anos, 6 máquinas industriais, sendo duas máquinas do tipo reta, duas máquinas do tipo overloque e duas máquinas do tipo galoneira, todas as máquinas tem 550W de potência e a tensão de 220V, entre outros aparelhos eletrodomésticos como micro-ondas e geladeira que ficam em uma mini refeitório que a empresa oferece aos seus funcionários.

Esse projeto pretende analisar e propor soluções para o sistema luminotécnico desta empresa, para um sistema mais moderno e com conformidade com as normas técnicas brasileira, trocando as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED (*light-emitting diode*), fazendo a melhor distribuição das mesmas, e possa diminuir o consumo de energia elétrica, e analisar se os custos da troca do sistema serão viáveis para a empresa, e porque não, prevenindo a empresa de futuros prejuízo com um possível incêndio por má conservação da instalação elétrica, por não seguirem as orientações técnicas.

II. OBJETIVOS

Analisar e propor soluções para o sistema de iluminação da empresa PINHEIRINHOS LTDA.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

O Dialux Evo 8.2® é um software bem sofisticado capaz de auxiliar na criação de projetos luminotécnicos. Será usado para cálculos e simulação de como deverá ficar o projeto de iluminação. Segundo NBR5413 (1992, p.1). “Esta norma estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte e outras.” A empresa possui um sistema de iluminação que utiliza 12 lâmpadas tubulares fluorescente, especificações das lâmpadas na figura 3, sustentadas por 6 luminárias duplas fixadas no teto conforme figura 2. Verificamos que as lâmpadas estavam mal distribuídas na área da fábrica, e a lâmpada escolhida não foi a mais indicada para aquele tipo de função, porque elas tinham a quantidade em lux e a emissão em lumens de luz não estavam nas especificações recomendada para aquele tipo de atividade pela NBR 5413, e por causa disso os funcionários ficavam com a visão um pouco mais cansada, não só os funcionários com uma idade mais avançada que já tinham um problema de visão, mas os mais jovens também relataram que ficavam com os mesmos desconfortos.

Figura 1 – Parte do Sistema de Iluminação (Lâmpadas).



Fonte: Autor, 2019.

Para esse projeto seguirá os seguintes tópicos para ter uma análise mais correta e ter um resultado mais simplificada para o entendimento geral.

1. Método dos lumens.
2. Determinação do nível de iluminação necessário (E).
3. Escolha de luminária e da lâmpada.
4. Determinação do índice do local (k).
5. Determinação do Fator de utilização (μ).
6. Determinação do Fator de depreciação (d).
7. Quantidade de lâmpadas e luminárias necessárias.
8. Distribuindo as luminárias.
9. Custo da energia.

O Método de Lumens é utilizado para iluminação de interiores, considera como ponto fundamental, a determinação do fluxo luminoso total emitido pelas fontes luminosas, necessário ao desenvolvimento das atividades programadas para o ambiente. A determinação desse fluxo luminoso dar-se pela resolução da seguinte expressão:

$$\Phi = \frac{A \cdot E}{\mu \cdot d}$$

Φ = Fluxo luminoso, em lúmens.

A = Área da superfície iluminada, m².

E = Nível de iluminancia desejada, em lux.

μ = Fator de utilização da instalação e do ambiente.

d = Fator de depreciação dos equipamentos

A tabela 1 será à base do projeto, por nela constar as informações que serão usadas em praticamente todos os cálculos luminotécnicos.

TABELA 1: Parâmetros para os cálculos.

Dimensões	Comprimento= 8 m ²	Largura= 5 m ²	Altura= 3 m
Acabamento	Teto= Branco	Parede= Claro	Piso= Escuro
Plano de trabalho	0,80 metros do piso		
Altura	(3m – 0,80m) = 2,20m		

Fonte: Autor, 2019.

Quantidade de lux para essa atividade de acordo com a norma NBR 5413 é 750 – 1000 – 1500, para escolher entre essas três classes de lux tem que levar em conta questões como a relevância da tarefa, a idade do observador e a refletância do fundo da tarefa. Para o tipo de atividade da empresa (Costura) e levando as questões do parágrafo anterior, a norma NBR 5413 indica a utilização de 1000 lux como padrão. Para determinar o nível de refletância do fundo da tarefa consideraremos o coeficiente da cor conforme a tabela 2 como referência.

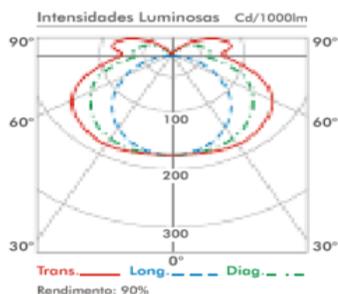
TABELA 2 – Fatores de reflexão.

Teto – Parede – Piso			
Branco	Claro	Mediamente Claro	Escuro
70%	50%	30%	10%
7	5	3	1

Fonte: Autor, 2019.

Para a escolha da luminária foi levada em conta o rendimento energético, ou eficiência, e a curva de distribuição luminosa (curva polar ou curva fotométrica). A luminária escolhida é a Luminária 4010 do catálogo do fabricante ITAIM, conforme figura 2.

FIGURA 2 – Luminária 4010.



Fonte: ITAIM, 2008.

Para a escolha da lâmpada foi considerados critérios de eficiência energética, fluxo luminoso, Índice de reprodução de

cor (%), Temperatura de cor (K), e o reator adequado da lâmpada, no caso de lâmpada fluorescente. A lâmpada escolhida fluorescente é a (PHILIPS)TLD36W-840-ECO com reator, de acordo com a figura 3.

FIGURA 3 – Lâmpada Fluorescente (Catálogo PHILIPS).

Lâmpadas Fluorescentes Tubulares TLT, TLD Série 80 e 90

Código Comercial	Potência Base (W)	Temperatura de cor (K)	Fluxo Luminoso (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)	Índice de reprodução de cor (IRC)	Vida mediana (horas)	Dimensões em mm (Ø Comprimento)
TLD36W-840-ECO	36	G13 4.000	3.350	93	85	15.000	28,0 1213,6

Fonte: PHILIPS, 2009.

E a lâmpada led escolhida é a Lâmpada LED Tubular T5 28W Luz Branca TL528V6, conforme a tabela 3.

TABELA 3 – Lâmpada escolhida.

Potência	28W
Fluxo luminoso	3.600lm
Temperatura de cor	6.500k
IRC	>80
Vida útil (horas)	30.000 h

Fonte: Site Americanas.com, 2019.

O índice do local (k) será obtido pela expressão na fórmula 2.

$$k = \frac{C \cdot L}{h \cdot (C + L)}$$

C = Comprimento do ambiente;

L = Largura do ambiente;

h = Altura do plano de trabalho ao teto;

O fator de utilização (μ) é um coeficiente que indica a eficiência do conjunto luminária e lâmpada em função das refletâncias dos tetos, parede e pisos, que contribuem para diminuir o iluminamento no plano de trabalho. O fator de utilização (μ) será obtido na tabela de luminária da figura 4, a partir do índice do local (k), e os fatores de reflexão da luz no teto, parede e piso da tabela 2.

O fator de depreciação (d) ou fator de manutenção é um coeficiente que indica o tempo com que o nível de iluminamento no ambiente se deteriore. Todo sistema de iluminação, tem uma diminuição no seu nível de iluminação ao longo do tempo, esse fato tem três causas principais: envelhecimento das lâmpadas, poeira e sujeira que se

acumulam sobre as luminárias e lâmpadas, e a diminuição do poder de reflexão de paredes e teto ao longo do tempo.

Como não a como garantir um fator de depreciação para cada tipo de lâmpada e luminária, podemos considerar como orientação a Tabela 4. Será usado o ambiente normal, 8 horas por dia e 6 dias por semana.>

TABELA 4 – Fatores de manutenção em relação a ambientes e períodos de manutenção.

Ambiente	Período de manutenção (horas de trabalho)				
	3000	6000	9000	12000	> 12000
Limpo	0,95	0,90	0,88	0,82	0,75
Normal	0,90	0,85	0,80	0,72	0,64
Sujo	0,85	0,70	0,65	0,60	0,52
Muito sujo	0,75	0,68	0,62	0,55	0,49
	Ano				
8 h / dia	≤1	≤2	≤3	≤4	>4
16 h / dia	≤2	≤1	≤1,5	≤2	>2
24 h / dia	≤3	≤2	≤1	≤1,5	>1,5

Fonte: Autor, 2019.

Com as informações obtidas pela fórmula 1, pode-se obter o fluxo luminoso total, e com a quantidade de lumens que a lâmpada escolhida possui podemos utilizar a fórmula 3 para saber a quantidade de lâmpadas que será usada no sistema.

$$n = \frac{\Phi}{lm}$$

n = quantidade de lâmpadas.

Φ = Fluxo luminoso, em lúmens.

lm = lúmens.

Sabendo que a luminária escolhida comporta duas lâmpadas, portanto teremos que dividir a quantidade de lâmpadas por dois.

Com o numero de luminárias, tem que distribuir as luminárias de uma forma correta para não obtermos resultado não desejado. Para determinar o espaçamento das luminárias aplica-se a fórmulas 4 e a fórmula 5.

$$n_c = \sqrt{\frac{n^{\circ} \text{ de luminaria}}{\text{Área}}} \cdot C$$

$$n_L = \sqrt{\frac{n^{\circ} \text{ de luminaria}}{\text{Área}}} \cdot L$$

E também será calculado o custo da energia elétrica entre os dois modelos apresentados, utilizando a formula 6, a tarifa utilizada foi retirada do site da empresa de distribuição de energia do município EDP São Paulo Distribuição de Energia S.A.

No resultado dos custos tem que ser levado em os impostos PIS/COFINS, ICMS, além de outras tarifas que possa ser usada por breves momentos.

$$\text{Custo} = \left(\frac{P}{1000} \cdot t \right) \cdot \text{tarifas} \cdot \text{dias} \cdot \text{Quantidade de Lâmpadas [R\$]}$$

P = Potencia (Watt [W]).

T = Horas de utilização por dia (horas [h]).

Tarifa = t_{usd} + t_e, para acima de 200 kWh (R\$ 0,46764).

Dias = dias de utilização.

Quantidade de Lâmpadas = Quantidade que será utilizada.

De acordo com as informações obtidas nesse capítulo foram encontrados alguns resultados que será mostrado no próximo capítulo.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com as informações obtidas no capítulo anterior podem-se encontrar alguns resultados para calcular algumas variáveis muito importantes conforme a tabela 5 nos mostra.

TABELA 5 – Resultados k, μ , d, Φ .

Índice do Local (k)	Fator de Utilização (μ)	Fator de Depreciação (d)	Fluxo Luminoso Total (Φ)
1,40	0,55	0,80	90909,09

Fonte: Autor, 2019.

Com as informações obtidas na tabela 5 pode-se obter mais informações para chegar ao número de lâmpadas que será utilizada e ter uma noção de quanto as lâmpadas representará na conta de energia elétrica, que será mostrada na tabela 6.

TABELA 6 – Resultados Quantidade de lâmpadas e Custo.

T	L	N	D	P (R\$)	C(R\$)
Fluorescente (atual)	TLD36W-84-ECO	27	$n_c = 4,73 \sim 7$ $n_L = 2,96 \sim 3$	10,74	87,27
LED (proposta)	T5 28W TL5S8V6	25	$n_c = 4,56 \sim 4$ $n_L = 2,85 \sim 3$	25,94	62,85

Fonte: Autor, 2019.

T: Tipo de lâmpada;

L: Modelo de lâmpada;

N: Quantidade de lâmpadas;

D: Divisão das luminárias no ambiente;

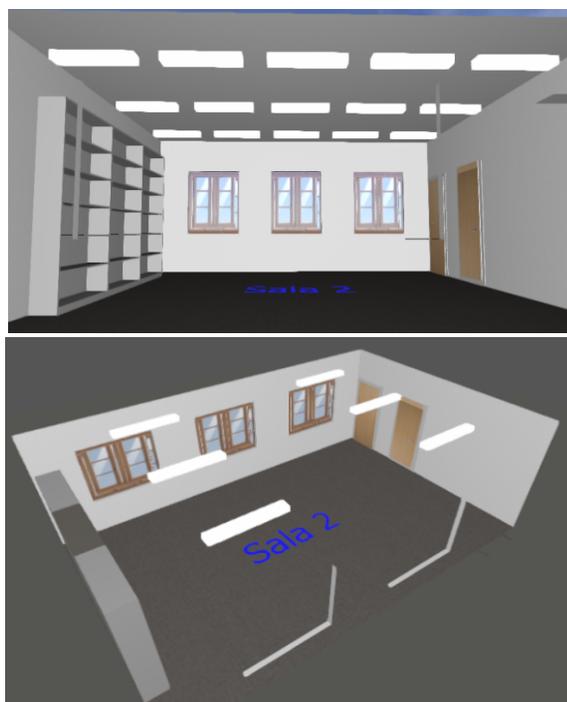
P: Preço unitário;

C: Custo mensal.

Preço médio unitário Luminária 4010 = R\$ 52,00

Preço da Mão de Obra = R\$ 700,00

Figura 4 - Situação Atual à esquerda e Situação Proposta à direita



Fonte: Autor, 2019.

V. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no capítulo anterior, pode-se concluir que o mais recomendável a ser proposto para a empresa em questão é a troca das lâmpadas tubulares fluorescentes por lâmpadas tubulares led, porque o valor que a empresa terá que investir na troca das lâmpadas tubulares fluorescentes para lâmpadas tubulares led será um pouco maior que se fosse colocar só lâmpadas tubulares fluorescentes, e pelo fato de que o retorno do investimento se colocada lâmpadas tubulares fluorescente se dará perto da data limite para o final da vida útil das mesmas e portanto teria que ser fazer uma nova troca das lâmpadas, mas com as lâmpadas tubulares led o retorno das lâmpadas se dará perto da data do retorno das lâmpadas tubulares fluorescente com de mais ou menos 1 ano de diferença, e também se dará na metade do tempo limite da vida útil da mesma, portanto o investimento será mais lucrativo se for colocado lâmpadas tubulares led. Portanto o que será recomendado para a empresa é a modernização do sistema de iluminação aumentando o número de lâmpadas e luminárias para atender o número de lumens necessário conforme a orientação da norma NBR 5413, e a troca das lâmpadas tubulares fluorescentes por lâmpadas tubulares led, que são mais econômicas, tem preços mais elevado que as lâmpadas tubulares fluorescentes, mas sua vida útil é em torno de 2 a 3 vezes maior que a vida útil das lâmpadas tubulares fluorescentes.

VI. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.

EDP. Tabela de Fornecimento de Baixa Tensão. Disponível em: <https://www.edp.com.br/distribuicao-es/saiba-mais/informativos/tabela-de-fornecimento-de-baixa-tensao>. Acesso em: 25 de Outubro de 2019.

Itaim Iluminação. Catálogo de Produtos 2008. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/itaim/itaim_2008_op_t.pdf. Acesso em: 10 de Setembro de 2019.

Itaim Iluminação. Guia de Produtos. Disponível em: <http://www.itaimiluminacao.com.br/downloads/GUIA%20ITA-IM%202010-2012-BAIXA.pdf>. Acesso em: 14 de Setembro de 2019.

JMC. A História da Iluminação. Disponível em: <http://jmc.com.br/a-historia-da-iluminacao/>. Acesso em: 20 de Agosto de 2019.

Kennedy Elétrica. Guia Prático Philips Iluminação. Disponível em: <http://www.kennedyeletrica.com.br/catalogos/Philips-iluminacao.pdf>. Acesso em: 18 de Setembro de 2019.

Loja Elétrica. Lâmpada Fluorescente 36W T8 SUPER 84 G13 PHILIPS. Disponível em: <http://www.lojaeletrica.com.br/lampada-fluorescente-36w-t8-super-84-g13->

[philips.product,2350602790136,dept,13002.aspx](https://philips.product.2350602790136.dept.13002.aspx). Acesso em:
25 de Outubro de 2019.

Lojas Americanas. Lâmpada LED Tubular T5 28W Branca
TI528V6. Disponível em:

[https://www.americanas.com.br/produto/79897556/lampada-
led-tubular-t5-28w-luz-branca-
tl528v6?WT.srch=1&acc=e789ea56094489dff798f86ff51c7a
9&epar=bp_pl_00_go_pla_casaconst_geral_gmv&gclid=EAI](https://www.americanas.com.br/produto/79897556/lampada-led-tubular-t5-28w-luz-branca-tl528v6?WT.srch=1&acc=e789ea56094489dff798f86ff51c7a9&epar=bp_pl_00_go_pla_casaconst_geral_gmv&gclid=EAI)

[a1QobChMlx7Svxfu35QIVwgaRCh2xYgQzEAQYAiABEgI0
zfD_BwE&i=5a2a092deec3dfb1f800d64d&o=5ced5d2a6c28a
3cb50d5263d&opn=YSMESP&sellerId=23535805000135](https://a1QobChMlx7Svxfu35QIVwgaRCh2xYgQzEAQYAiABEgI0zfD_BwE&i=5a2a092deec3dfb1f800d64d&o=5ced5d2a6c28a3cb50d5263d&opn=YSMESP&sellerId=23535805000135).

Acesso em: 20 de Outubro de 2019.