



Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

Universidade Aberta do Brasil – UAB

Educação a Distância– EAD

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos
Processos Produtivos**

Polo: VILA FLORES

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO
EMPREGANDO LÂMPADA FLUORESCENTE COMPACTA,
TUBULAR E LED PARA UMA LOJA DE ELETRODOMÉSTICOS EM
TEUTÔNIA, RS.**

CEZAR, Cleberton Londero

GOMES, Natanael Rodrigues

RESUMO

Este trabalho apresenta o resultado de estudos luminotécnicos realizados em uma loja de eletrodomésticos na cidade de Teotônia, RS. O objetivo é obter um sistema de iluminação que alie baixo custo e alta eficiência energética. Utilizou-se o software DIALUX para se obter uma análise eficaz do sistema de iluminação, observando as exigências especificadas em normas da ABNT e um maior conforto ao cliente durante suas compras. Foram analisados e comparados sistemas de iluminação com: lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas fluorescentes tubulares (T5) e lâmpadas LED. Para apontar o sistema que observa as exigências da ABNT com melhor viabilidade econômica, foi utilizado o método do Valor Presente Líquido. Verificou-se que o melhor sistema, do ponto de vista econômico e de eficiência energética, foi aquele utilizando lâmpadas fluorescentes tubulares.

Palavras-chave: Iluminação, Eficiência energética, valor presente líquido.

ABSTRACT

This paper presents the results of luminotech studies in an appliance store in the city of Teotônia, RS. The goal is to obtain a lighting system that combines low cost and high energy efficiency. We used the DIALUX software to provide an effective analysis of the lighting system, observing the brazilian standards requirements specified in ABNT and greater comfort to the customer for their purchases. It was analyzed and compared lighting systems which employed: compact fluorescent lamps, fluorescent tubes (T5) and LED lamps. To point to the system that complies with the requirements of ABNT and presents lower cost, it was used the method of Net Present Value. It was found that the best system, from the economic point of view and energy efficiency, was that using fluorescent tubes.

Keywords: Lighting systems, Energy Efficiency, Net Present Value.

1 INTRODUÇÃO

As instalações físicas do ambiente do comércio devem proporcionar às pessoas um ambiente confortável e agradável para que possam desenvolver suas compras. Pensando nisso foi planejado adequar o sistema de iluminação existente, com base em simulações. Buscou-se adequar as instalações de acordo com os padrões e normas estabelecidas para esta finalidade e proporcionar alternativas de melhorias.

Uma ferramenta fundamental para elaboração deste trabalho foi o software DIALUX no qual foi feito as modelagens da loja em estudo, possibilitando mensurar os níveis de iluminância e fazer as comparações do cenário atual com os cenários proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Crise Energética

A crise energética no sistema brasileiro que aconteceu no ano de 2001, obrigou a população do nosso país racionar a energia. Com isso o consumidor foi obrigado a diminuir o seu consumo de energia elétrica, para não sofrer multas. O governo adotou esta proposta de solução neste ano, pois precisava reduzir a demanda, porque as usinas hidrelétricas não estavam produzindo energia suficiente para atender todos os consumidores.

Foi neste ano de 2001, que o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) ganhou importância a nível nacional, porém o programa já existia alguns anos. O PROCEL é conhecido pelas suas certificações de produtos como lâmpadas e eletrodomésticos, no qual estes produtos são classificados de acordo com sua eficiência energética (ROSA, 2001).

2.2 Selo Procel

É um instrumento promocional do Procel, concedido anualmente, desde 1993, aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro da sua categoria. Sua finalidade é estimular a fabricação nacional de produtos mais eficientes no item economia de energia, e orientar o consumidor, no ato da compra, a adquirir equipamentos que apresentem melhores níveis de

eficiência energética (PROCEL, 2015).

Sendo um produto desenvolvido e concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME, com sua Secretaria executiva mantida pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A – Eletrobrás. Tem por objetivo diminuir o consumo de energia elétrica.

Os equipamentos que atualmente recebem o Selo são: refrigerador de uma porta compacta, refrigerador de uma porta, refrigerador combinado, refrigerador combinado *frost-free*, freezer vertical, freezer vertical *frost-free*, freezer horizontal, ar-condicionado de janela, ar-condicionado Split, motor elétrico de indução trifásico padrão, motor elétrico de indução trifásico de alto rendimento, coletor solar plano – aplicação banho, coletor solar plano – aplicação piscina, reservatórios térmicos para coletores solares, reatores eletromagnéticos para lâmpadas a vapor de sódio, reatores eletromagnéticos para lâmpadas fluorescentes tubulares, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas fluorescentes circulares.

Estuda-se conceder Selo Procel a mais equipamentos, como painéis fotovoltaicos, bombas centrífugas, equipamento de geração eólica, fornos de microondas, máquinas de lavar roupa, lâmpadas a vapor de sódio, TV, aquecedor de acumulação elétrico (*boiler*), ventiladores de teto, bombas de calor, e outros.

2.3 Eficiência Energética

É uma atividade que procura melhorar o uso das fontes de energia, utilizando métodos de racionamento de energia, no qual chamamos usualmente de eficiência energética, consiste em usar menos energia para fornecer a mesma quantidade de valor energético. A definição consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização (RIBEIRO, 2005).

As medidas eficientemente energéticas podem ser obtidas, por exemplo, pela:

- Utilização de um isolamento térmico de modo a se consumir menos energia para aquecimento;
- Instalação de lâmpadas mais econômicas, em vez de lâmpadas incandescentes para atingir o mesmo nível de iluminação.
- Pela utilização das energias renováveis como instalação de painéis

solares térmicos na cobertura dos edifícios, o que pode representar uma redução de consumo de energia para aquecimento de águas.

A eficiência energética e as energias renováveis são os "dois pilares" da política energética sustentável. O uso de energia deve estimular a eficiência e o combate ao desperdício por meio de instrumentos de regulação, como padrão de desempenho e melhorias em equipamentos para garantir a incorporação de novas tecnologias, mais eficientes, pelos fabricantes.

2.4 Consumo de energia elétrica no setor de comércio.

Conforme estudos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2014) o setor de comércio e residências apresentaram uma alta, um dos pontos que acrescentou este aumento são as temperaturas altas nestes períodos, as quais requerem o uso de climatizadores para amenizar o calor.

As Figuras 1 e 2 mostram a evolução da estrutura e a classe de consumo que mais cresce no período é a comercial, cuja participação cresce de 18,7% para 19,1% entre 2014 e 2018. Por outro lado, a indústria reduz sua participação de 38,4% para 37,8%, mas mantém-se como a principal classe consumidora de eletricidade no País.

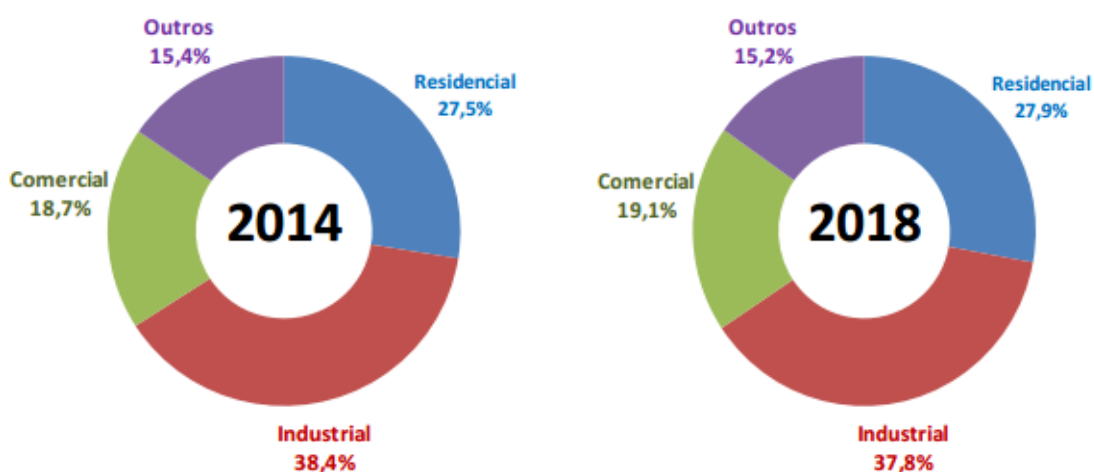


Figura 1 - Evolução da estrutura do consumo por classe (%)

Fonte: EPE

A região Norte é a que teve maior ganho em participação no consumo na rede do Sistema Interligado Nacional (Figura 2).

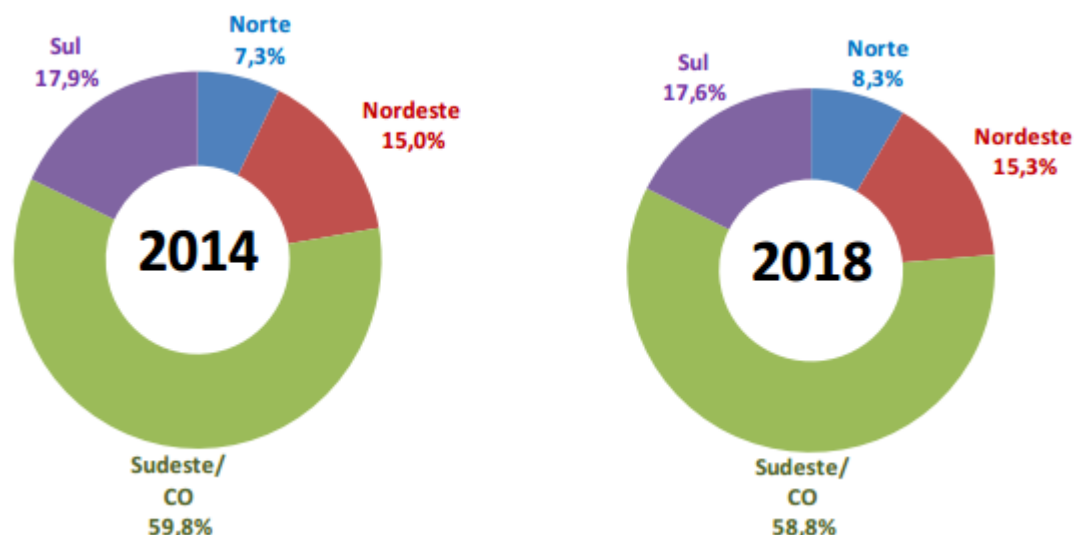


Figura 2-Evolução da estrutura do consumo por subsistema (%)

Fonte: EPE

2.5 Conceitos Básicos

Alguns conceitos conforme a norma ISO/CIE8995:1 (ABNT,2013) estabelecem, para locais de trabalho, os requerimentos para uma iluminação adequada na realização das tarefas, assegurando ao trabalhador: Conforto Visual, desempenho visual e principalmente segurança. Para isso deve-se obedecer aos seguintes parâmetros:

- Distribuição das luminárias;
- Iluminância;
- Ofuscamento;
- Direcionalidade da luz;
- Aspectos da cor da luz e superfícies;
- Cintilação;
- Luz natural;
- Manutenção.

A norma ISO/CIE8995:1/2013 apresenta requisitos para o planejamento da

iluminação, os quais envolvem, o mínimo de iluminância mantida (EM,LUX), o limite de ofuscamento (UGRL), índice de reprodução de cores mínimas (RA).

2.6 Método Lumens

Conforme definido por Bona (2010), o Lumens é o fluxo luminoso total desejado para o ambiente, e é definida a quantidade do fluxo de luminoso pelo cálculo abaixo:

$$\Phi = (E * S) / (Fu * Fd) \quad (1)$$

Legenda:

Φ =Fluxo luminoso em lumens (lm);

E=Iluminância admitida para o ambiente;

S= Área a iluminar

Fu=Fator de utilização da lâmpada

Fd= Fator de depreciação da mesma (luminária ou lâmpada);

Para se obter o valor do Fu é preciso encontra o valor de K que é o índice de refletância, em posse do valor do K, utiliza-se a Tabela 1 (BONA,2010).

$$k = (l * c) / h * (l + c) \quad (2)$$

Legenda:

K - Índice de Refletância;

c - comprimento longitudinal em metros;

l - largura em metros;

h - altura do piso a instalação em metros.

Tabela 1 – Índices de referência para obtenção do fator de utilização (fu).
Fonte: Bona, 2010.

Índice (k)	Índice de refletância								
	751	731	711	551	531	511	331	311	000
2,00	0.63	0.57	0.52	0.57	0.52	0.48	0.48	0.44	0.35
2,50	0.68	0.62	0.57	0.62	0.57	0.53	0.52	0.49	0.39
3,00	0.71	0.66	0.61	0.65	0.60	0.57	0.55	0.52	0.42
4,00	0.75	0.71	0.66	0.69	0.65	0.62	0.60	0.57	0.47
5,00	0.78	0.74	0.71	0.71	0.68	0.65	0.63	0.60	0.50

Após coletar e calcular todos os dados, enfim pode-se achar o número de luminárias mínimo para ambiente, através da formula 3.

$$n = \Phi / \varphi \quad (2)$$

Legenda:

n – Número de luminárias indicadas para o ambiente;

Φ – Fluxo luminoso, dado em lumens (lm);

φ - Quantidade de lumens produzidos pela lâmpada ou luminária.

2.7 Análise econômica

O estudo da análise econômica da viabilidade de um empreendimento desenvolve uma comparação dos somatórios dos fluxos de juros correspondentes ao uso do capital.

O nome que se dá deste método para a soma algébrica dos fluxos de fundo descontado por uma taxa determinada é de Valor Atual Líquida ou Valor Presente Líquida (VPL). No qual pode ser calculado pela equação 4 (BONA,2010):

$$VPL = -I + E * \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right) \quad (3)$$

Sendo:

I - Investimento útil inicial (R\$);

E- Economia (ano)

i - Taxa (%);

n - Vida útil do empreendimento (anos).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral, fazer a comparação dos sistemas de iluminação que utilizem lâmpadas fluorescentes tubulares (T5), Fluorescentes compactas e sistemas que utilizam LED e, através do VPL, determinar qual sistema apresenta a melhor relação custo benefício para Loja de eletrodomésticos.

3.2 Objetivos específicos

- Compreender a atual situação da loja com relação à quantidade de luminárias, a qualidade da iluminação da loja, também a questão da economia de energia resultante com o uso de equipamentos eficientes.
- Realizar simulações para obter indicadores que possa ajudar a identificar pontos ineficientes do sistema e a melhor solução possível.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada envolve uma visita ao local de análise (loja de eletrodomésticos) para coletar dados (fotos, medidas, estudos), já nesta visita foi realizar o levantamento dos pontos de luz.

Após a visita realizo-se simulações do sistema de iluminação atual versus os sistemas a serem propostos, deforma a evidenciar a ineficiência do sistema atual e com isso determinar o potencial da iluminação.

Para finalizar, são realizados cálculos de viabilidade econômica do investimento, a fim de justificar o investimento no novo sistema de iluminação. No novo projeto luminotécnico, buscou-se proporcionar um ambiente melhor para a realização dos trabalhos e um maior conforto para os clientes na hora das compras. Para isso os cálculos luminotécnicos devem seguir a Norma NBR8995 que aborda os níveis de iluminação para ambientes interiores, levando-se em consideração questões como conforto.

A distribuição da iluminação serve para controlar o nível de adaptação dos

olhos, o qual afeta a visibilidade da tarefa. Para isso deve-se ter uma iluminação balanceada, com sensibilidade ao contraste. A Uniformidade que é a razão entre o valor mínimo e o valor médio, não pode ser menor que 0,7 e a uniformidade da iluminância no entorno imediato não pode ser inferior 0,5.

Deve se ter um cuidado para não dimensionar um sistema com uma iluminação excessiva, que pode ocasionar desconforto visual, podendo levar ao ofuscamento.

Através do projeto luminotécnico é estimado o potencial de conservação de energia e é feita a elaboração da análise econômica do projeto. É possível, então, estimar a relação custo benefício do investimento. Isto é feito conhecendo a potência instalada e o tempo em que o sistema de iluminação permanece ligado.

Para elaboração deste projeto foram utilizados uma trena para fazer as medições, AutoCAD para desenhar a planta baixa e para a realização do cálculo luminotécnico foi utilizada o software DIALUX, o qual possui diversos catálogos de luminárias disponibilizados pelos fabricantes.

O DIALux é um software destinado ao cálculo de iluminação e principalmente simulações. Sua plataforma é gratuita e está disponível em vários idiomas diferentes. Este software foi utilizado como ferramenta principal por vários motivos e um deles é pela representação visual realística do ambiente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram feitos levantamentos para verificar como estava a iluminação da loja, e foi constatada uma iluminação precária. As lâmpadas que estavam sendo utilizadas no local, são lâmpadas compactas fluorescentes que não se encaixam no perfil da loja, pois se trata de uma loja de grande porte e com uma clientela de um número considerável para a sua dimensão.

Uma das primeiras avaliações realizadas foi um levantamento das medidas da loja e um croqui da loja (Figura 4), com a distribuição das lâmpadas compactas fluorescentes de 22W, no atual sistema.

O sistema atual possui 18 luminárias compactas fluorescentes de 22 Watts, instaladas diretamente no soquete para este tipo de lâmpada. A potência instalada

total deste sistema atual é de 486 Watts, um valor consideravelmente baixo. Com esta quantidade de lâmpadas o sistema apresenta uma média de 31 lux. Para adequar-se conforme a norma NBR 8995-1, o lux médio tem que ser no mínimo 500 Lux. A fim de comparação de resultados foi mantida a mesma lâmpada, no entanto o sistema atual de 18 lâmpadas foi alterado para 317 lâmpadas fluorescentes compactas (Figura 5), com isso o lux médio do sistema passaria de 31 lux para 500 lux, conseqüentemente, o consumo de energia de 486 W para 8,6 KW.

O Sistema com 317 lâmpadas, 500 Lux e potência de 8,6 KW é doravante denominado “Sistema de Referência”. Tal Sistema será a base de cálculos para o VPL, no desenvolver deste trabalho.

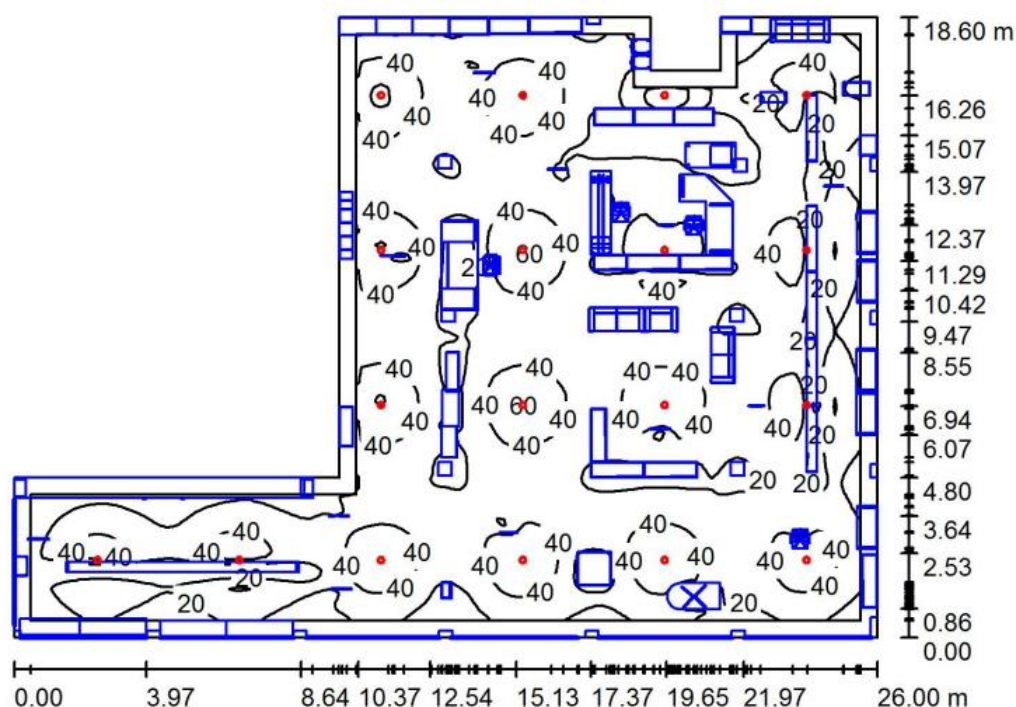


Figura 4- Croqui feito no Dialux4, Sistema atual como esta hoje.

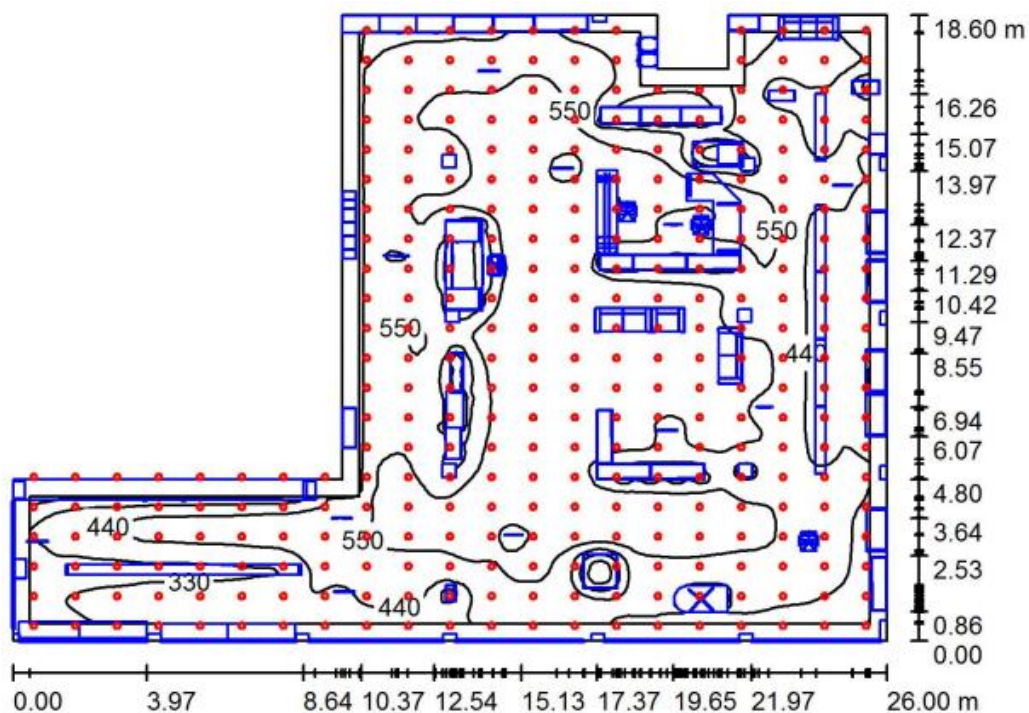


Figura 5-Croqui feito no Dialux4, Sistema de Referência .

Como se pode ver o sistema de referência na Figura 5, se torna inviável por conta do número elevado de luminárias, porém para fins de cálculos será adotado como referência. Nas Figuras 6 e 7, se observa, respectivamente, a distribuição das lâmpadas compactas entre o sistema Atual para o sistema de Referência.

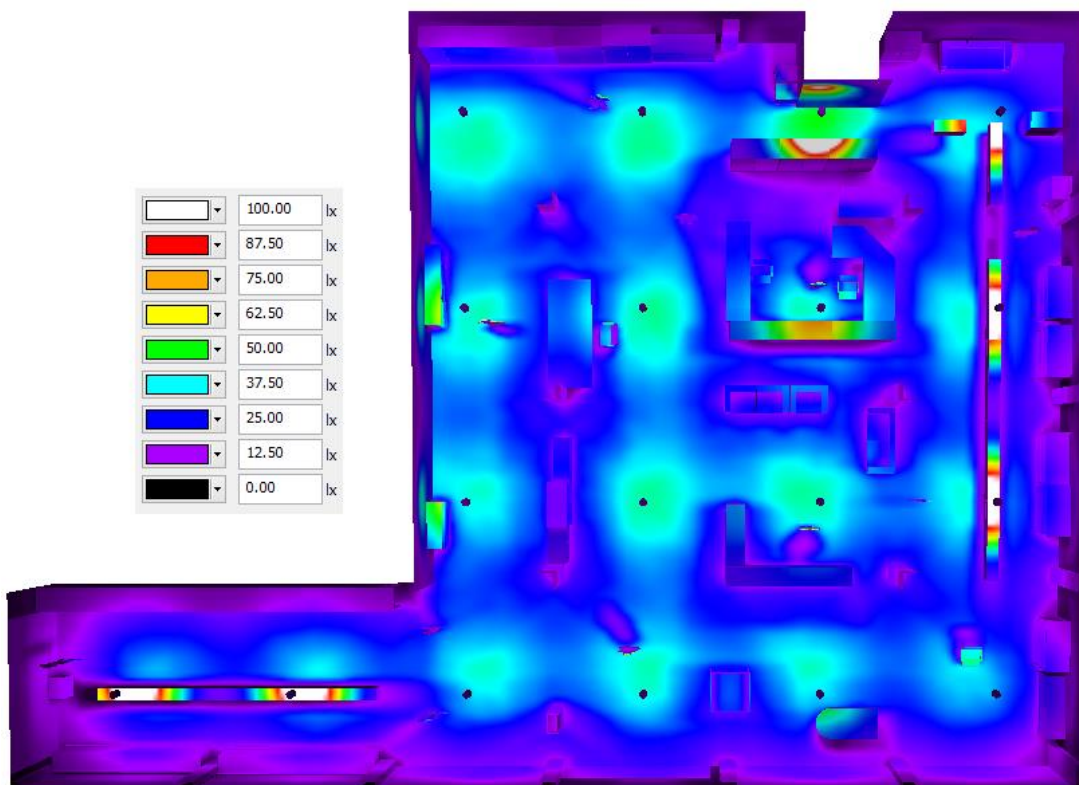


Figura 6- Dialux4, Sistema Atual.

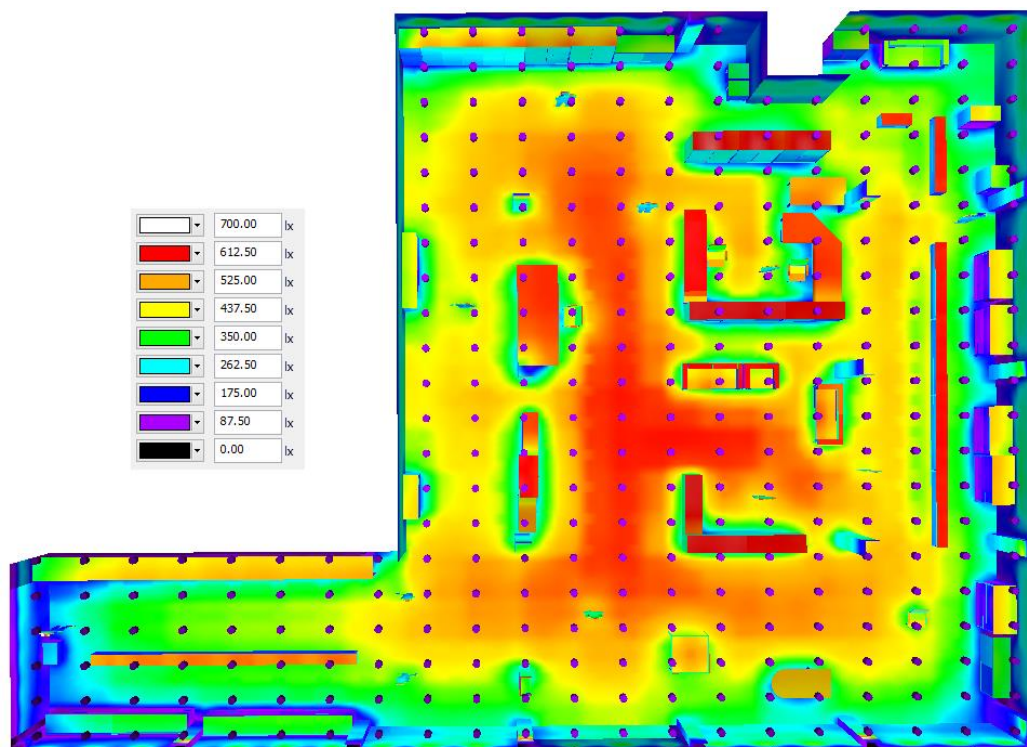


Figura 7- Dialux4, Sistema de referência.

As Figuras 8 e 9, mostram a proposta com luminárias FAA01-E228, que utiliza lâmpadas fluorescentes tubulares (T5), 2x28W. A potência total instalada desta opção é de 4,023 KW. Esta proposta será denominada “Sistema A”.

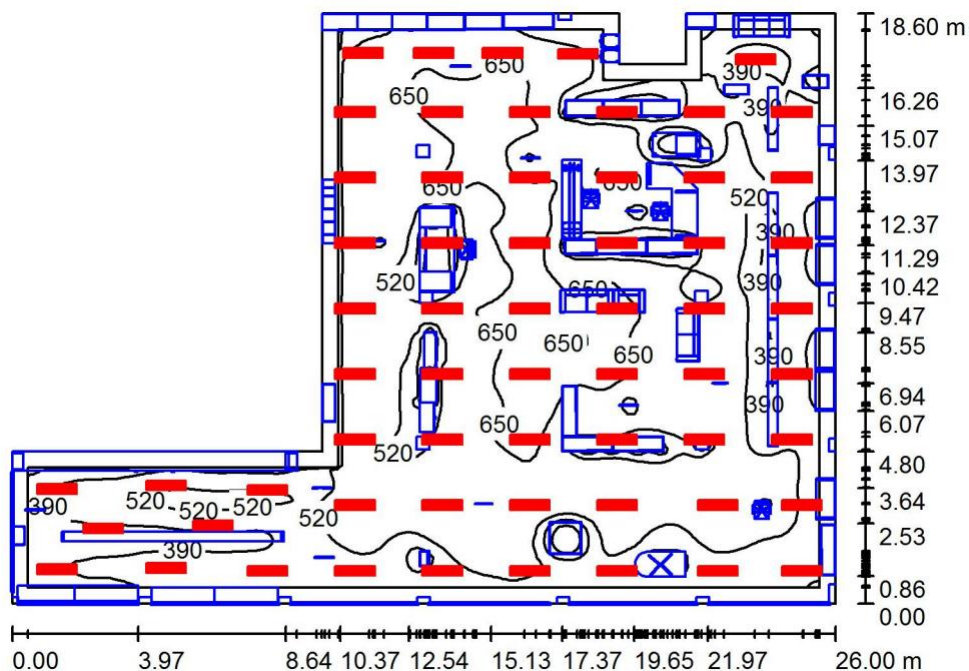


Figura 8-Croqui feito no Dialux4, Sistema A.

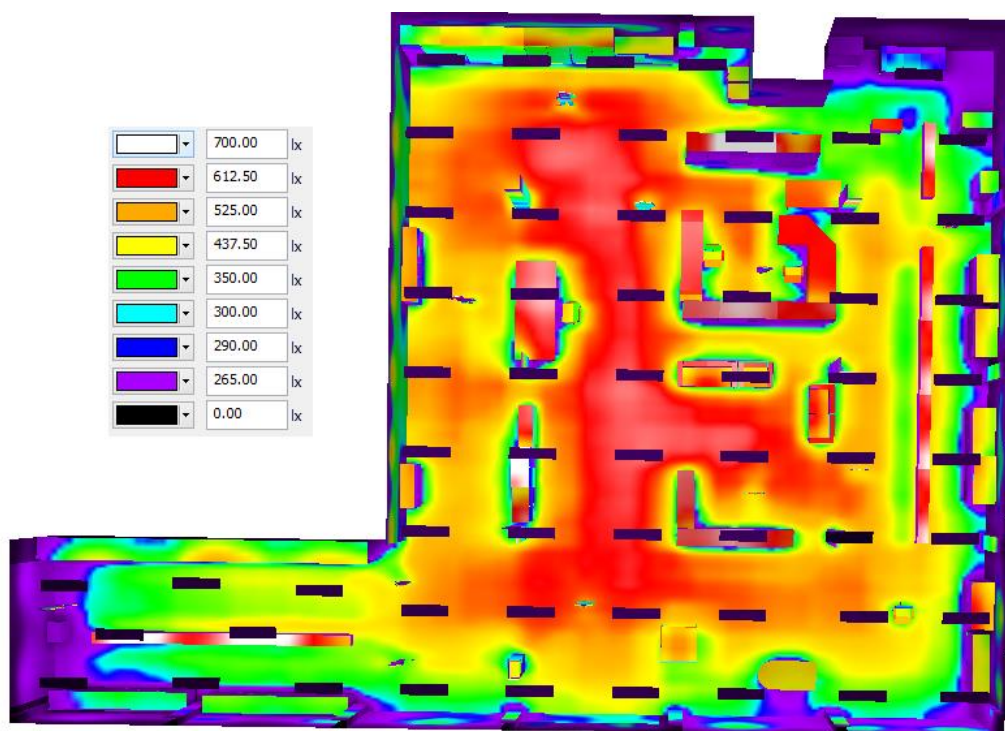


Figura 9- Dialux4, Sistema A.

A última proposta a ser analisada foi a opção do sistema com LED, que a

partir de agora se denomina “Sistema B”(Figura 10 e 11), neste sistema foi utilizada luminária do tipo LAN03-S3500740,58W, com o total de 59 luminárias instaladas, resultando em uma potência instalada de 3,422kW.

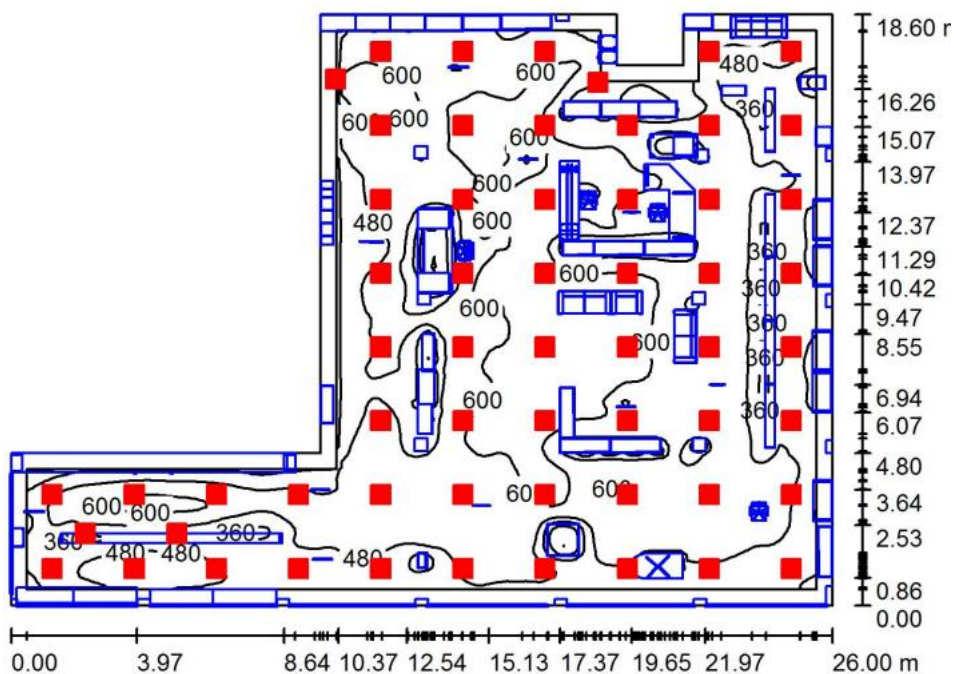


Figura 10-Croqui feito no Dialux4, Sistema B.

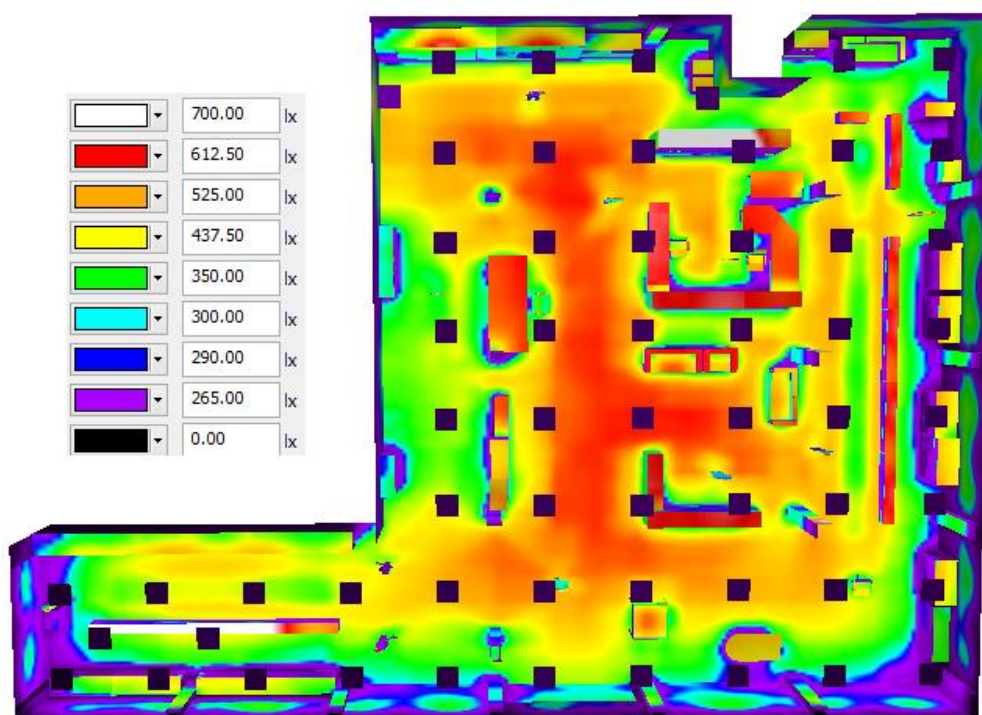


Figura 11- Dialux4, Sistema B.

Para poder comparar os sistemas, foi adotada uma media de 500 lux que é o mínimo estabelecido pela norma, com uma margem de até 7% para mais. No quadro (2), abaixo pode-se ver as características dos sistemas.

Quadro2 – Características dos sistemas de iluminação proposto.

Características do sistema de iluminação	Unidade	Sistema de Referência	Sistema A	Sistema B
	-	Fluor. Compacta	T5 24W 840	LAN03
Fluxo luminoso nominal da lâmpada	Lumens	1.360	8.900	3.200
Modelo de Luminária	-	Soquete E27	FAA01-E228	LED
Nível de Iluminamento médio obtido	LUX	500	535	513
Vida útil da lâmpada	horas	6.000	20.000	50.000
Quantidade total de lâmpadas	Un.	317	122	59
Quantidade total de luminárias com reator/driver	Un.	317	61	59
Potência instalada por luminária (lâmpada e reator)	Watts	27	66	58
Potência total instalada	kW	8,6	4,0	3,4
Altura de fixação da luminária	m	3,4	3,4	3,4
Tempo de Partida		2 segundos	30 segundos	Instantâneo
Tempo de uso mensal	h	212	212	212
Consumo mensal de energia elétrica	kWh	1.815	853,512	725
Preço de cada lâmpada(s)	R\$	R\$ 15,20	R\$ 4,47	R\$ 618,00
Preço de cada luminária	R\$	R\$ 1,09	R\$ 67,74	
Preço de cada acessório por luminária (reator+ignitor)	R\$	R\$ 0,00	R\$ 42,25	
Custo médio da energia elétrica (R\$/kWh)	R\$	0,24		
Custos de cada Sistema				
Custo total dos equipamentos	R\$	R\$ 5.163,93	R\$ 7.254,73	R\$ 36.462,00

5.1 Estudo de Viabilidade de Iluminação

Para se determinar a viabilidade econômica da implantação de todos os sistemas propostos e verificar qual seria mais viável, foi empregada uma análise econômica utilizando o Valor Presente Líquido (VPL). Para esta análise, observa-se no Quadro 3 os dados do Sistema de referência.

Quadro 3 – Características do sistema B

TEMPO DE USO	212	h/mês
PERIODO NO ANO	12	mês
CONSUMO ATUAL	1815	KWh/mês
i	12%	aa
CUSTO ENERGIA ELÉTRICA	0,24	R\$/kWh

5.1.1 Sistema A

Cálculos VPL_{Sistema A}:

$$\text{Vida Útil} = 20.000h = \frac{20.000 h}{2544 \text{ horas/ano}} = 7,9 \text{ anos} \quad (4)$$

$$\text{Consumo} = 853,51 \times 0,24 \times 12 = R\$2.458,11/\text{ano} \quad (5)$$

$$\text{Economia por Ano} = 1815 \times 0,24 \times 12 - 2.458,11 = R\$2.769,09/\text{ano} \quad (6)$$

$$VPL_{\text{Sistema A}} = -7254,73 + 2769,09 \left(\frac{(1 + 0,12)^{7,9} - 1}{0,12(1 + 0,12)^{7,9}} \right) = R\$6.394,90 \quad (7)$$

5.1.2 Sistema B

Cálculos VPL_{Sistema B}:

$$\text{Vida Útil} = 50.000h = \frac{50.000 h}{2544 \text{ horas/ano}} = 19,7 \text{ anos} \quad (8)$$

$$\text{Consumo} = 725 \times 0,24 \times 12 = R\$2088,20/\text{ano} \quad (9)$$

$$\text{Economia por Ano} = R\$5227,20 - R\$2088,20 = R\$3.139,20/\text{ano} \quad (10)$$

$$VPL_{\text{Sistema B}} = -36462 + 3139,20 \left(\frac{(1 + 0,12)^{19,7} - 1}{0,12(1 + 0,12)^{19,7}} \right) = -R\$13.107,71 \quad (11)$$

No Quadro 4, observa-se que o sistema com maior viabilidade para implementação é o sistema A, que seria o com Lâmpadas Fluorescentes Tubular(T5).

Quadro 4 – Resumo Sistemas A e B

Projeto	Sistema A	Sistema B
Consumo (kWh/mês)	853,51	725
Vida Útil (h)	20.000	50.000
Preço (R\$)	R\$ 7.254,73	R\$36.462,00
Tempo de Vida(ano)	7,9	19,7
ECONOMIA DE ENERGIA POR MÊS	961,49	1.090
ECONOMIA DE ENERGIA POR ANO	11.538	13.080
VALOR ECONOMIZADO	R\$ 2.769,09	R\$ 3.139,20
VPL	R\$ 6.394,90	-R\$13.107,71

6 OBSERVAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi utilizado o software DIALUX como principal ferramenta para a análise do atual sistema de iluminação, e para os sistemas propostos. Foi feito um estudo de viabilidade econômica e concluído que o melhor sistema de iluminação seria com a utilização de lâmpadas T5, o qual apresentou o valor de R\$6.394,90, sendo o VPL maior.

Neste trabalho, buscou-se uma representação da loja de eletrodomésticos o mais próximo possível da realidade, onde foram realizados tanto levantamentos de campo como simulações. Analisando-se as informações obtidas, verificou-se que apesar dos preços dos LEDs estarem em constante diminuição de valores, ele ainda apresentam um custo muito elevado em relação a outros sistemas convencionais. Pode-se verificar que o “Sistema A”, apresentou o VPL Positivo, sendo que quanto mais positivo for mais viável é economicamente.

Como sugestão para próximos trabalhos, deixa-se uma possível implementação de um controle de iluminação. Finalizando, registra-se a satisfação de se ter chegado à conclusão desse trabalho.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABNT NBR 15215-4. "Iluminação natural Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição." 2005.
- [2] ABNT NBR ISO/CIE8995:1. "Iluminação de Ambientes de Trabalho." 21 de abril de 2013.
- [3] BONA, José de: Estudo de diferentes tecnologias, métodos e processos para efficientização energética de sistemas de iluminação de aviários. Dissertação de Mestrado - Prodetec. Curitiba, Paraná. 2010.
- [4] CANTIDIO, Sandro. Processo de solução de problemas com o uso do PDCA. Disponível em: <<http://sandrocan.wordpress.com/tag/ciclo-pdca/>>. Acesso em: 20 dez. 2014.
- [5] DA COSTA, Gilberto José Corrêa. Iluminação Econômica: Cálculos e Avaliação. 4.ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2013. Pg 81-104.
- [6] DIALUX light building software.
Disponível em: <<http://www.dial.de/DIAL/>>. Acesso em: 15 dezembro 2014.
- [7] EPE. "2ª Revisão Quadrimestral das Projeções da demanda de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional", Rio de Janeiro/RJ,2014.
- [8] NERY, Norberton, Instalações Elétricas: Princípios e Aplicações. 2.ed.,São Paulo:Érica,2012.Cap.12.
- [9] PHILIPS, "Guia de Iluminação".
Disponível em: <<http://www.lighting.philips.com/main/home#filters/>>. Acesso em 01

de janeiro de 2015.

[10] PHILIPS. “Catálogo de Produtos.”.

Disponível em: <<http://www.ecat.lighting.philips.com.br//lampadas/41334/cat/>>.

Acesso em 10 de dezembro de 2014.

[11] PROCEL, “Conservação de Energia: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações.” Itajubá, 2006.

[12] PROCEL, "Avaliação do mercado de eficiência energética do Brasil - pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso - ano base 2005 -classe comercial – alta tensão relatório setorial: hospitais / clínicas," 2006.

[13] PROCEL, “Manual de eficiência energética em prédios públicos.” 2003.

[14] PROCEL, “SELO PROCEL”.

Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632}>> Acesso em 19 janeiro de 2015.

[15] PROCEL. “Conservação de Energia Elétrica, Eficiência Energética em Instalações e Equipamento.” PROCEL - Eletrobrás/EFEI, 2001.

[16] PROPEE ANEEL. “Procedimentos do Programa de Eficiência Energética.” 2013.

[17] RIBEIRO, Zelnida B. “Parâmetros para Análise de Projetos de Eficiência Energética em eletricidade”, Universidade de São Paulo, São Paulo- SP, 2005.

[18] ROSA, L.P. Crise Elétrica: Causas e Racionamento. Revista Teoria e Debate, artigo publicado em 31/08/2001. Rio de Janeiro - RJ, 2001.

[19] PETRY, Bibiana Maite; MOREIRA, Diego Ramos; RODRIGUES, Guilherme Ramos;KLAUCK, Maicon Henrique; PINTO, Tiago Marcante; MADRUGA, Wagner da

Cruz; DUARTE, Odilon Francisco Pavón. "Ferramenta Computacional para Análise de Sistemas de Iluminação-DIALUX", PUCRS, Porto Alegre-RS.

[20] ROCHA, Daniela C; Harris, Ana Lúcia N. C. "Aplicação Computacional no Processo de Projeto de Estruturas Modulares Articuláveis", Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP.

[21] NEPOMUCENO, Erivelton Geraldo; FIRMO, Davidson Lafitte; AMARAL, Gleison Fransoares Vasconcelos ; ORIANE Magela Neto. "Eficiência Energética: Um Estudo de Caso Na Realização de Pré-Diagnóstico Energético em Estabelecimentos de Ensino da Região de São João Del-Rei, Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG.