



Estudo da Eficiência Energética e Viabilidade Econômica Voltado à Iluminação do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNIPLAC

Study of Energy Efficiency and Economic Feasibility for the Lighting of Exact and Technological Science Center of UNIPLAC

Jhonatan Machado GODINHO [1](#); Graciela Alessandra Dela ROCCA [2](#); Fernanda Cristina Ferreira da SILVA [3](#); Stéfano Frizzo STEFENON [4](#); Adriano GARCIA [5](#)

Recibido: 12/04/2017 • Aprobado: 08/05/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
 - [2. Tipos de Lâmpadas Atualmente Utilizadas](#)
 - [3. Grandezas da luz](#)
 - [4. Aspectos econômicos](#)
 - [5. Estudo luminotécnico CCET](#)
 - [6. Resultado e discussões](#)
 - [7. Considerações finais](#)
 - [8 Proposta de trabalhos futuros](#)
- [Referências](#)

RESUMO:

Esta pesquisa apresenta como tema central o estudo da eficiência energética voltado à iluminação do prédio de laboratórios do CCET da Universidade do Planalto Catarinense. Tais estudos ocorrem sobre a possibilidade de troca de lâmpada fluorescente pela lâmpada LED. A coleta de dados foi realizada por meio de medições em quadros elétricos, realizadas em cada laboratório da Uniplac. No referencial teórico, foram abordados os temas relevantes a eletricidade no contexto de iluminação. As análises realizadas mostram que as lâmpadas LEDs são superiores às lâmpadas fluorescentes, visto que possuem melhor eficiência luminosa, maior durabilidade e melhor conforto visual,

ABSTRACT:

This research presents as central theme the study of energy efficiency focused on the illumination of the CCET Laboratory Building of the Universidade do Planalto Catarinense. Such studies are done on the possibility of changing fluorescent lamp by Led lamp. The data collection was carried out by means of measurements in electric boards, carried out in each Uniplac laboratory. In the theoretical referential, the subjects relevant to electricity were approached in the lighting context. The analyzes carried out show that the Led bulbs are over than the fluorescent lamps, since they have better luminous efficiency, greater durability and better visual comfort, in addition, they allow a

además, permitem um retorno de possível investimento em pouco tempo, sendo viável tal processo.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Tecnologia LED. Economia de Energia.

return of a possible investment in a short time, being feasible such a process.

Keywords: Energy Efficiency. Led technology. Energy Saving.

1. Introdução

1.1 Apresentação

No Brasil, atualmente, o abastecimento de energia elétrica encontra-se em crise devido a diversos fatores, e não somente devido à falta de chuva, onde levam os reservatórios das usinas hidrelétricas a trabalharem com níveis baixos. Tais fatores se dizem a respeito ao crescimento populacional, às necessidades da agricultura para irrigação, aos usos industriais, etc., nos quais, aumentaram consideravelmente o consumo de água, que por sua vez é a principal matriz energética para o sistema elétrico brasileiro (Ciocari et al., 2016).

De acordo com um relatório da ONU (Organizações das Nações Unidas), sobre a relação entre água e energia, cerca de 90% da geração de eletricidade no planeta depende de água. A disponibilidade deste recurso deve ser crucial até 2035, período em que a demanda por energia deve aumentar em 70% (Agencia Nacional de Energia Elétrica, 2015).

Estiagens podem ameaçar a capacidade de gerar energia hidrelétrica em muitos países, podendo restringir a expansão do setor de energia em muitas economias emergentes, como é o caso do Brasil (Ciocari et al., 2016).

Devido a estes fatores, a economia está relacionada diretamente a energia elétrica, desde a geração, transmissão, controle, e por fim, uso da mesma pelos consumidores finais.

Num projeto luminotécnico energeticamente eficiente, além de conformidade às normas, o conforto visual também deve ser levado em consideração. A norma da **NBR 5461** (1991), define valores de iluminância mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, dentre os quais estabelece os níveis de iluminância onde se realizam atividades de comércio, indústria, ensino, esportes e outras. As lâmpadas elétricas são classificadas, quanto ao processo de emissão de luz, em incandescentes, de descarga e de estado sólido. Quanto ao desempenho, são analisados a vida útil, rendimento luminoso, temperatura e índice de reprodução de cor.

1.2 Metodologia

Com relação à forma de abordagem da pesquisa, esta pesquisa classifica-se como quantitativa, pois visa traduzir em números as opiniões e informações para então obter a análise dos dados e, posteriormente, chegar-se a uma conclusão.

Referente aos objetivos, o projeto de pesquisa caracteriza-se por uma pesquisa explicativa, haja vista que se faz necessário explicar alguns termos técnicos contidos nesse trabalho.

Quanto ao método podemos dizer que é do tipo exploratório, pois o estudo de caso no prédio de laboratórios CCET, pretende avaliar a eficiência energética das lâmpadas, bem como sua viabilidade econômica pela possibilidade de trocas por lâmpadas LEDs. Esta pesquisa define-se como um estudo de caso, pois trata de uma solução pré-definida, exigindo empenho ao identificar o problema, analisar evidências, desenvolver argumentos lógicos, avaliar e propor soluções.

2. Tipos de Lâmpadas Atualmente Utilizadas

2.1 Lâmpadas Fluorescentes Tubulares

São lâmpadas de descarga elétrica através de um dispositivo eletrônico ou eletromagnético, que juntamente com um gás e um elemento de fluorescência, produz energia luminosa. As lâmpadas fluorescentes tubulares consistem de um bulbo cilíndrico de vidro, tendo em suas extremidades eletrodos metálicos de tungstênio recobertos de óxidos que aumentam seu poder emissor por onde circula a corrente elétrica. No interior do bulbo da lâmpada contém algumas gotas de mercúrio, que no instante da partida, os eletrodos lançam elétrons de um lado para o outro, e quando chocam-se com o mercúrio, ocorre uma radiação ultravioleta. Esses raios ultravioletas, atravessando o bulbo pintado da lâmpada, geram a luz visível (Folster et al., 2016).

Segundo Creder (2012), Para seu funcionamento, necessita-se de dois equipamentos: o *starter* e o reator. O *starter* é um dispositivo constituído de um pequeno tubo de vidro dentro do qual são colocados dois eletrodos imersos em gás inerte, responsável pela formação inicial do arco que permitirá estabelecer um contato direto entre os referidos eletrodos e se destina a provocar um pulso de tensão a fim de deflagrar a ignição da lâmpada.

2.2 Lâmpadas fluorescentes compactas

O funcionamento das lâmpadas fluorescente compactas não é diferente do funcionamento das lâmpadas fluorescentes convencionais, embora tenham uma forma mais compacta e serem constituídas por um tubo de descarga curvado ou por uma combinação de vários tubos de menor dimensão. O seu rendimento é no entanto limitado devido ao relativamente pequeno volume do tubo de descarga (Creder, 2012).

Essas lâmpadas possuem um reator integrado com dimensões reduzidas, assim pode-se realizar a substituição de uma lâmpada incandescente comum, pela lâmpada fluorescente compacta. Existem também as chamadas lâmpadas fluorescentes compactas não integradas, ou seja, não possuem seu reator eletrônico integrado, com isso seu peso é reduzido e tendem a serem mais econômicas que as compactas integradas, dependendo de sua instalação, explica Botelho e Figueiredo (2012).

2.3 Lâmpadas de LED

LED é um termo do inglês Light Emitting Diode, que em português significa diodo emissor de luz. O LED é um componente eletrônico, mais precisamente um diodo semicondutor. O funcionamento do LED é relativamente simples, sendo que ao receber energia ele emite luz. Diferente da maioria dos componentes eletrônicos, que liberam energia através do calor, o LED consegue liberar a energia excedente na forma de luz. Antigamente, os LEDs só emitiam luzes coloridas, porque tinham uma carcaça colorida, a qual quando iluminada pelo raio produzido pelo LED, fornecia uma cor específica (Agostinho et al., 2017).

As combinações de diferentes materiais semicondutores utilizados na construção dos LEDs influenciam na produção de diferentes cores – comprimento de uma onda – e na eficiência do dispositivo.

As principais características, segundo Botelho e Figueiredo (2012) de uma lâmpada LED são: Alto índice do IRC contribui para um melhor direcionamento do fecho luminoso, baixa potência e eficiência luminosa elevada, não contribui com a elevação de temperatura do ambiente devido a não emissão de raios ultravioletas.

3. Grandezas da Luz

3.1 A temperatura de cor

É uma grandeza que define a cor da luz emitida pela lâmpada e são catalogadas conforme sua temperatura em Kelvin (K). Quanto mais alto for sua temperatura, mais branco será, e quanto

mais baixa, mais amarela e avermelhada. Conforme Moreira (1999) "...quanto mais alto for a temperatura de cor, mais próximo à luz branca emitida pelo sol ficará".

3.2 Índice de reprodução de cores – IRC

O índice de reprodução de cores é uma medida de correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência diante uma fonte de luz, ou seja, mede o quanto a luz artificial consegue imitar da luz natural.

Segundo a **NBR 5461** (1991), o IRC é o valor percentual médio relativo à sensação de reprodução de cor baseado em uma série de cores padrões. Correspondente a um número abstrato, variando de 0 a 100, o que representa quanto mais próximo ao 100 for o IRC de uma fonte de luz artificial, mais próxima ao natural estará reproduzindo mais fielmente as cores.

3.3 Conceitos Luminotécnicos

Para que possamos compreender melhor o estudo de Eficiência Energética, faz-se necessário conhecer alguns critérios vigentes à norma técnica, no qual, conforme a **NBR 5461** (1991), temos:

- Luz: É uma radiação eletromagnética capaz de produzir sensação visual.
- Fluxo luminoso (lm): É a quantidade total de luz emitida por uma fonte e medida em Lumens (lm) ou seja, é a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano.
- Iluminância (I): Expressa em lux (lx), é o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte. É a relação entre a intensidade luminosa (I) e o quadrado da distância.
- Ângulo de radiação: É um ângulo sólido produzido por um refletor que direciona a luz.
- Luminância (L): Medida em candelas por metro quadrado (cd/m^2), é a intensidade luminosa produzida ou refletida por uma superfície aparente.
- Durabilidade de uma lâmpada (h): Este conceito é dado em horas e definido por critérios pré-estabelecidos considerando sempre um grande lote testado sob condições controladas e de acordo com as normas pertinentes.
- Eficiência luminosa (Iluminação): É a relação entre o fluxo luminoso e a potência consumida.

3.4 Cálculo Luminotécnico

Para Creder (2012), ao se pensar em cálculo luminotécnico, é necessário ter presente quatro critérios principais: a quantidade de luz, o equilíbrio da iluminação, o ofuscamento, a reprodução de cor.

A cada um desses critérios deve ser dada maior atenção, pois estão diretamente relacionados com as necessidades visuais, conforto visual e o bem-estar humano.

Ao se iniciar um projeto luminotécnico, deve-se realizar opções preliminares, ou seja, escolher o tipo de iluminação mais adequada, o tipo de luminária, sendo que estas opções envolvem aspectos de decoração, tipo do local e as atividades que serão desenvolvidas.

Basicamente existe dois métodos para cálculo luminotécnico: Método dos Lumens ou Método do Fluxo Luminoso, Método ponto por ponto.

O método mais utilizado para sistemas de iluminação em edificações é o método dos Lúmens, ou método do Fluxo Luminoso, que consiste em determinar a quantidade de fluxo luminoso (lumens) necessário para determinado recinto baseado no tipo de atividade desenvolvida, cores das paredes e teto, e do tipo de lâmpada-luminária escolhidos (Folster et al., 2016). O método ponto por ponto, também chamado de método das intensidades luminosas baseia-se nas leis Lambert e é utilizado quando as dimensões da fonte luminosa são muito pequenas em relação ao plano que deve ser iluminado. Consiste em determinar a iluminância (lux) em qualquer ponto da superfície, individualmente, para cada projetor, cujo fecho atinja o ponto considerado. O iluminamento total será a soma dos iluminamentos proporcionados pelas unidades

individuais.

Silva (2004) afirma que ambos os métodos podem ser calculados de forma manual, porém, com a atual facilidade de acesso à computador e existência de diversos softwares [6] específicos de cálculo luminotécnico, quase não se faz cálculos manuais. Com isso, os softwares acabam fazendo cálculos mais complexos e com algoritmos que levam em consideração mais variáveis, com mais de um tipo de luminária, diferentes refletâncias das superfícies e ambientes não retangulares.

4. Aspectos econômicos

A demanda de eletricidade está crescendo a um ritmo muito mais rápido do que a geração de energia primária. A solução para todas estas demandas reside em garantir a sustentabilidade da energia. Isto significa a harmonização dos objetivos econômicos, ecológicos e sociais. Quando se trata de abastecimento de energia, os principais aspectos a considerar são o uso prudente de recursos finitos, evitar as emissões que causam danos ao ambiente e a segurança do abastecimento (Ciocari et al., 2016).

Paradoxalmente, a solução para a geração sustentável de energia é aumentar o consumo de eletricidade em relação a outros tipos de energia. Mas esta eletricidade deve ser originária de fontes de energia renováveis em vez de combustíveis fósseis. Isto se deve ao fato de a eletricidade ser a forma de energia mais flexível e mais eficiente; no futuro haverá ainda mais funções e aplicações elétricas.

4.1. Análise de investimento econômico

A análise de investimento reside no emprego de técnicas específicas dos princípios financeiros, como a análise de aspectos econômico-financeiros, com o objetivo de identificar a melhor opção entre diferentes possibilidades de investimento. Esta análise fundamenta-se em equações nas quais tenham como objetivo específico identificar e mensurar se existe ou não viabilidade econômica em um determinado investimento, ou seja, se existe ou não rentabilidade, e caso exista, quão rentável é o investimento (Ehrlich & Moraes, 2011).

4.2. Fluxo de caixa

Conforme Hirschfeld (2014), o fluxo de caixa é a apreciação das contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro) ao longo do tempo a uma caixa simbólica já constituída. Pode ser representada de forma analítica ou gráfica.

Portanto, é um instrumento de gestão financeira que projeta para períodos futuros todas as entradas e as saídas de recursos financeiros da empresa, indicando como será o saldo de caixa para o período projetado.

4.3. VPL Valor presente Líquido

O valor presente líquido, também conhecido como valor atual líquido (VAL) ou método do valor atual, é a fórmula matemático-financeira capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial. A finalidade da presente seção é discutir critérios econômicos para a análise de alternativas (Ehrlich & Moraes, 2011).

4.4. TIR

Define-se a taxa interna de retorno como a taxa de juro paga sobre o saldo devedor de um empréstimo, de tal modo que o esquema de pagamento reduza a zero esse saldo, quando se faz o pagamento final (Righez et al., 2016). A interpretação de resultado da TIR consiste na sua

comparação com o custo de capital ou taxa de retorno desejada. Quando a taxa interna de retorno é menor que uma dessas taxas, se entende que o investimento não é viável, e, por outro lado, quando for maior, considera-se que o investimento tornar-se-á viável.

4.5. Payback

O *payback* simples (ou período de *payback*), é o método mais simples para se analisar a viabilidade de um investimento. É definido como o número de períodos (anos, meses, semanas etc.) para se recuperar o investimento inicial. Para se calcular o período de *payback* de um projeto, basta somar os valores dos fluxos de caixa aferidos, período a período, até que essa soma iguale-se ao valor do investimento inicial. Uma vez que o período de *payback* é encontrado, quando os fluxos de caixa "pagam" o investimento, então basta somar os fluxos de caixa ao valor do investimento inicial (Righez et al., 2016).

De acordo com Hirschfel (2012), o *payback*, ou método do prazo de retorno de um projeto, nada mais é que a extensão de tempo necessário para que seus fluxos de caixa nominais cubram o investimento inicial.

5. Estudo luminotécnico CCET

O CCET – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIPLAC – é a parte integrante da infraestrutura da Uniplac e possui 1914m² de área construída onde encontra-se diversos laboratórios em diversas áreas de Engenharia e Tecnologia.

Atualmente, abriga os cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia de Produção, Engenharia Civil, além de abrigar áreas como cosmetologia e estética.

Hoje, conta com os laboratórios da Engenharia Civil, Laboratório Pronto 3D, Laboratório TGA [7], laboratório de química, laboratório de eletrotécnica, laboratório de automação, laboratório de metrologia, laboratório de eletrônica, laboratório de projetos e simulação, laboratório de instalações elétricas e LATIENS.

Atualmente, está em fase final as obras de ampliações de mais de 7.000m² de área, com novos laboratórios, mais de 50 (cinquenta) salas de aula, com previsão de término em julho de 2016.

5.1. Perfil da iluminação utilizada no projeto atual

Tabela 1 - Medição de Corrente e Potência Instalada

LABORATÓRIOS	Luminárias	Lâmpadas (32W)	Potência Instalada (W)	Corrente Elétrica Medida (A)
Eletrotécnica	8	16	512	2,30
Física	12	24	768	4,50
Química	15	30	960	5,55
Automação	9	18	576	2,75
Eletrônica	14	28	896	4,00
Projetos e Simulações	10	20	640	2,30
Metrologia	8	16	512	2,30

Cosmetologia e Estética	15	30	960	4,60
TGA	3	6	192	0,80
LATIENS	26	52	1.664	7,58
Engenharia Civil	41	82	2.624	11,80
Instalações Elétricas	10	20	640	2,97
Laboratório Pronto 3D	12	24	768	3,48
Atelier	11	22	704	3,19

Fonte: Os autores, 2016

Verifica-se, na tabela 1 - Medição de Corrente e Potência Instalada, portanto, que os atuais laboratórios e salas utilizam-se de lâmpadas fluorescentes tubulares, todas de 32 W (watts) de potência.

Cada laboratório tem sua disposição de lâmpadas, conforme sua área de trabalho, que por sua vez não existe um projeto adequado para verificar se as lâmpadas são suficientes, bem como sua eficiência energética voltado à iluminação e conforto visual para alunos e professores estão de acordo com as normas.

5.2. Outros ambientes

Nesta seção, foi estudado os ambientes como: banheiros, corredores, depósito, mezanino e hall de entrada. Conforme a tabela 2, encontramos as lâmpadas fluorescentes não-integradas, no qual, conforme medições realizadas, encontramos uma contradição com a teoria, seriam as lâmpadas mais econômicas, em relação as fluorescente compactas. Entretanto, pode-se afirmar que de acordo com medições realizadas, esses modelos de lâmpadas fluorescente compacta não-integrada estão consumindo mais que uma lâmpada compacta integrada, ou seja, sua instalação atual não se ajusta a eficiência necessária do projeto.

Tabela 2 - Medição de Corrente e Potência Instalada em outras áreas

Áreas	Luminárias	Lâmpadas (26W)	Potência Instalada(W)	Corrente Elétrica Medida(A)
Ambientes (térreo)	32	64	1.664	7,07
Ambientes (2ºandar)	144	200	5.200	30,00

Fonte: Os autores, 2016

5.3. Calculo de tempo

Tabela 3 - Cálculo do tempo de utilização

--	--	--	--	--

LABORATÓRIOS	Meses de Estudo (tempo em horas)								Méd.	Horário	
	Mar.	Abril	Mai	Jun.	Ago.	Set.	Out.	Nov.		Ponta	Fora de ponta
Eng. Civil	13,60	22,10	28,35	9,15	54,65	122,50	49,25	28,70	41,04	13,68	27,36
Latiens	1,75	0,00	2,30	18,15	25,15	36,50	41,40	4,35	16,20	5,40	10,80
Inst. Elétricas	1,15	2,30	0,00	2,50	0,00	1,40	0,00	0,00	0,92	0,31	0,61
Pronto 3D	8,85	15,30	34,50	59,85	9,00	73,60	63,30	20,50	35,61	11,87	23,74
Cosmetologia e Estética	22,10	43,25	54,85	44,75	27,30	37,95	34,10	0,00	33,04	11,01	22,03
TGA	0,00	0,00	10,85	0,00	36,30	7,50	15,00	14,45	10,51	3,50	7,01
Química	10,10	0,00	18,90	23,40	10,75	17,25	15,00	0,00	11,93	3,97	7,95
Física	12,15	9,90	24,25	32,75	1,65	1,25	11,50	0,00	11,68	3,89	7,79
Automação	16,70	3,50	24,70	6,50	14,40	7,50	20,50	0,00	11,73	3,91	7,82
Eletrotécnica	6,85	12,75	14,85	17,65	12,20	22,85	20,10	0,00	13,41	4,47	8,94
Eletrônica	7,90	13,40	19,10	28,55	24,25	41,40	43,60	6,00	23,03	7,67	15,35
Projetos	78,65	72,65	79,25	71,55	69,45	85,85	75,15	6,35	67,36	22,45	44,91
Metrologia	1,25	0,00	26,60	8,15	7,50	25,25	17,00	0,00	10,72	3,57	7,15
Ateliê	1,05	1,00	1,50	1,00	1,10	1,20	1,30	1,00	1,14	0,38	0,76
OUTROS	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	-
Corredores	20,00	30,00	40,00	40,00	40,00	30,00	20,00	20,00	40,00	40,00	

Fonte: O autor, 2016

Para o cálculo do tempo utilizado por cada laboratório – tabela 3 – utilizou-se uma técnica de média aritmética, em que comparamos 8 (oito) meses para se obter uma média de tempo por mês. Com isso, podemos deduzir que os horários de aula noturno serão sempre em horários de ponta. Entretanto, para efeitos de cálculos, estimamos que a partir dessa média foi calculado os horários de ponta e fora de ponta utilizando o critério que horários de ponta se equivalem a 1/3 (um terço) da média e para horários fora de ponta o equivalente a 2/3 (dois terços) restantes, ou seja, se um laboratório utilizou-se de uma média equivalente a 100 horas, 1/3 dessas horas seriam 33,33 horas (1/3 – um terço) equivalente ao horário de ponta e o restante, 66,67 horas (2/3 – dois terços) que seriam referente ao horário fora de ponta.

5.4 Medições com a Lâmpada LED

Conforme medições realizadas com a lâmpada LED tubular, chega-se nos seguintes resultados, conforme a tabela 4.

Tabela 4 - Medição de corrente e potência com lâmpadas LED

LABORATÓRIOS	Luminárias	Lâmpadas (18W)	Potência Instalada (kW)	Corrente Elétrica Calculada (A)
Eletrotécnica	8	16	0,288	1,20
Física	12	24	0,432	1,80
Química	15	30	0,540	2,25
Automação	9	18	0,324	1,35
Eletrônica	14	28	0,504	2,10
Projetos e Simulações	10	20	0,360	1,50
Metrologia	8	16	0,288	1,20
Cosmetologia e Estética	15	30	0,540	2,25
TGA	3	6	0,108	0,45
LATIENS	26	52	0,936	3,90
Engenharia Civil	41	82	1,476	6,20
Instalações Elétricas	10	20	0,360	1,50
Laboratório Pronto 3D	12	24	0,432	1,85
Atelier	11	22	0,396	1,65

Fonte: Os autores, 2016

5.5. Consumo por área: Térreo e 2º andar

Tabela 5 - Consumo por área: Térreo

ÁREA	POTENCIA MEDIDA (kW)	MÉDIA TEMPO DE UTILIZAÇÃO (h)			CONSUMO (kW.h)	
		TOTAL	P	FP	P	FP

Hall de entrada	1,60	80,00	80,00	-	128,00	-
Corredores	1,43	40,00	40,00	-	57,20	-
Latiens	1,720	16,20	5,40	10,80	9,288	18,576
Ateliê	0,720	1,14	0,38	0,76	0,274	0,547
Instalações Elétricas	0,670	0,92	0,31	0,61	0,208	0,409
Pronto 3D	0,786	35,61	11,87	23,74	9,330	18,660
Engenharia Civil	2,660	41,04	13,68	27,36	36,389	72,778

Fonte: Os autores, 2016

Na tabela 5 – consumo por área – Térreo, conseguimos calcular o consumo, em kW.h (quilowatt hora), através da equação 1, na qual levamos em consideração horários de ponta e fora de ponta, que conforme a ANEEL, define que esses horários de ponta são das 18:30 (dezoito horas e trinta minutos) até 21:30 (vinte e uma horas e trinta minutos para horários de ponta).

$$E = P.\Delta t \quad (1)$$

Utilizando o mesmo princípio de cálculo anterior, chegamos nos consumos do segundo andar, de acordo com a tabela 6 - consumo por área – 2º andar.

Tabela 6 - Consumo por área: 2º andar

ÁREA	POTENCIA MEDIDA (kW)	MÉDIA TEMPO DE UTILIZAÇÃO (h)			CONSUMO (kW.h)	
		TOTAL	P	FP	P	FP
Mezanino	6,78	80,00	80,00	-	542,400	-
Corredores	1,45	40,00	40,00	-	58,000	-
Projetos e Simulação	0,655	67,36	22,45	44,91	14,705	29,416
Automação	0,622	11,73	3,91	0,82	2,432	4,864
Eletrotécnica	0,520	13,41	4,47	80,94	2,324	4,649
Física	0,800	11,68	3,89	7,79	3,112	6,232
Eletrônica	0,900	23,03	7,67	15,35	6,903	13,815
Química	1,020	11,93	3,97	7,95	4,049	8,109

Cosmetologia e Estética	1,030	33,04	11,01	22,03	11,340	22,691
Metrologia	0,520	10,72	3,57	7,15	1,856	3,718
TGA	0,180	10,51	3,50	0,017	0,630	1,262

Fonte: Os autores, 2016

5.6. Custo de energia Laboratórios CCET

As tabelas 7 – custo médio: térreo e tabela 8 – custo médio: 2º andar, foi calculado o custo, em reais (R\$), a partir das potencias consumidas obtidas através das tabelas 1 e tabela 2. Para este cálculo, equação 09 e 10, utilizamos o princípio de tarifação da concessionaria vigente da região, no qual leva-se em consideração as tarifas dos horários de ponta de horários fora de ponta.

$$Cmp = Ep \cdot hp \quad (2)$$

$$CmFp = EFp \cdot hFp \quad (3)$$

Onde: Cmp: custo médio em horário de ponta; CmFp: custo médio em horário fora de ponta; CmT: Custo médio total; Ep: Consumo em horário de ponta; EFp: Consumo em horário fora de ponta; Hp: Horário de ponta; HFp: Horário fora de ponta. E para calcular o custo total, basta somar o custo médio em ponta com o custo médio fora de ponta, pela fórmula 11.

$$CmT = Cmp + CmFp \quad (4)$$

Tabela 7 - Custo médio: Térreo

]

AREA	CONSUMO		TARIFA (R\$)		TOTAL (R\$)
	PONTA	FORA PONTA	1,58 [8]	0,46 [9]	
Hall de entrada	128,00	-	202,24	-	202,24
Corredores	57,20	-	90,38	-	90,38
Latiens	9,288	18,576	14,68	8,54	23,22
Atelier	0,274	0,547	0,44	0,26	0,70
Instalações elétricas	0,208	0,409	0,33	0,19	0,52
Pronto 3d	9,330	18,660	14,74	8,58	23,33
Engenharia civil	36,389	72,778	57,49	33,48	90,97

TOTAL 2	431,36
---------	--------

Fonte: Os autores, 2016

Tabela 8 - Custo médio: 2º andar

AREA	CONSUMO		TARIFA (R\$)		TOTAL (R\$)
	PONTA	FORA DE PONTA	1,58 [10]	0,46 [11]	
Mezanino	542,400	-	856,99	-	856,99
Corredores	58,000	-	91,64	-	91,64
Projetos e Simulação	14,705	29,416	23,23	13,53	36,77
Automação	2,432	4,864	3,84	2,24	6,08
Eletrotécnica	2,324	4,649	3,67	2,14	5,81
Física	3,112	6,232	4,92	2,87	7,78
Eletrônica	6,903	13,815	10,91	6,35	17,26
Química	4,049	8,109	6,40	3,73	10,13
Cosmetologia e Estética	11,340	22,691	17,92	10,44	28,36
Metrologia	1,856	3,718	2,93	1,71	4,64
TGA	0,630	1,262	1,00	0,58	1,58
TOTAL					1.067,04

Fonte: Os autores, 2016

5.7. Verificação com a NBR 5413

Segundo a NBR 5413 (1992), temos os seguintes fatores para uma determinação da iluminação adequada, conforme figura 1.

Figura 1 - Fatores determinantes de iluminação adequada

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Fonte: Adaptado de: NBR 5413, 1992

O procedimento faz-se por: Analisar cada características para analisar seu peso (-1, 0 ou +1); Somar os três valores, algebricamente, considerando o sinal; Usar a iluminância inferior do grupo, quando o valor total for -2 ou -3. A iluminância superior quando a soma for +2 ou +3, e a iluminância média nos outros casos.

Analisando cada características, temos: Idade: Inferior a 40 anos, logo seu peso é -1; Velocidade e precisão: crítica, logo seu peso é +1; Refletância do fundo da tarefa: 30 a 70%, logo seu peso é 0; Somando-se os pesos algebricamente, temos um valor de 0 (zero), ou seja, foi utilizado a iluminância média, que trata de um ambiente escolar, e em seguida, foi tomado como base laboratórios locais com iluminância média de 500 Lux. Ou seja, todos os laboratórios devem ter uma iluminância média de 500 Lux. Todavia, com ajuda de um aparelho que mede a iluminância, em lux – o Lúximetro, obtemos uma iluminância média de 500 lux, e podemos perceber que realmente está de acordo com a norma.

Figura 2- Iluminancia em lux por tipo de atividade (Escola)

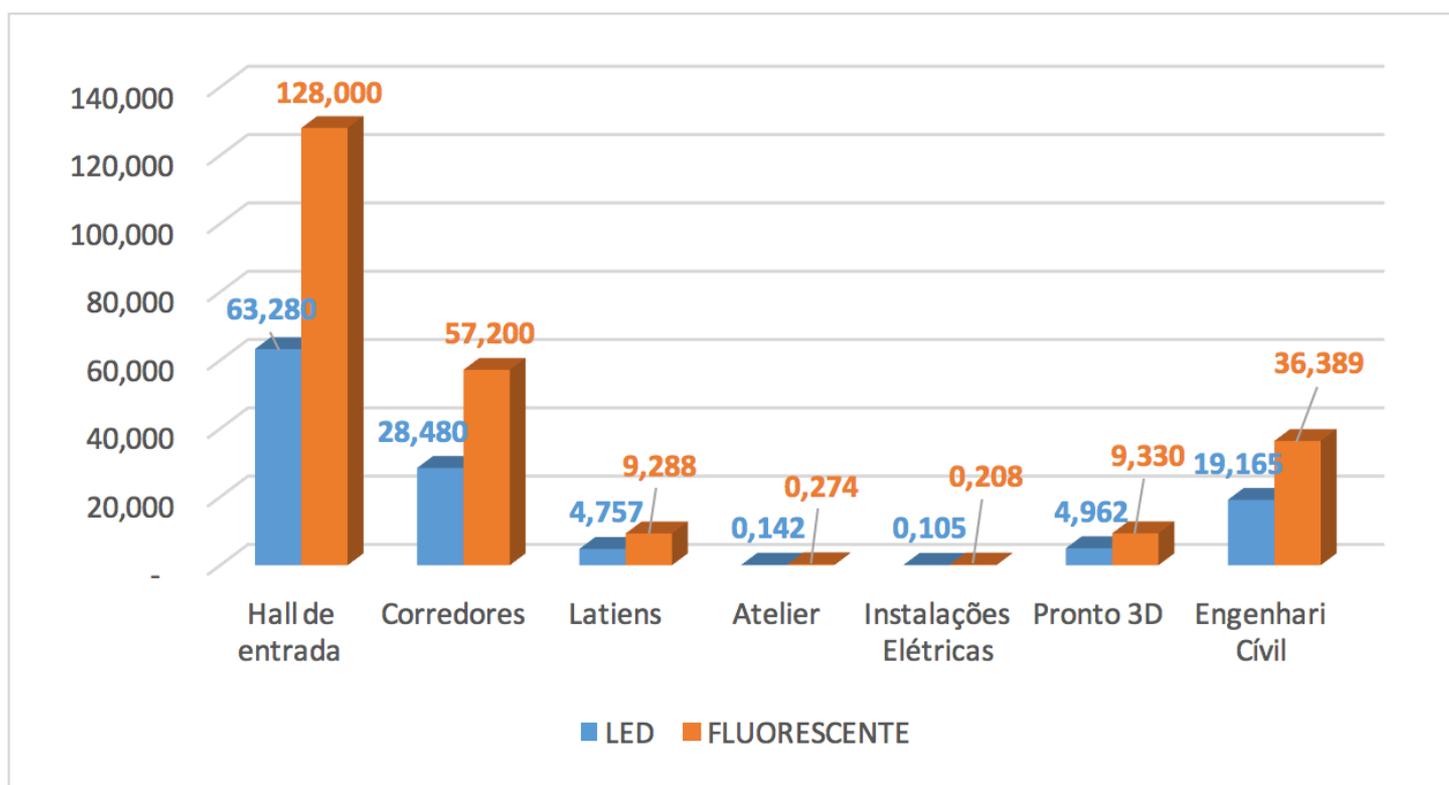
- salas de aulas	200 - 300 - 500
- quadros negros	300 - 500 - 750
- salas de trabalhos manuais	200 - 300 - 500
- laboratórios	
. geral	150 - 200 - 300
. local	300 - 500 - 750
- anfiteatros e auditórios:	

Fonte: Adaptado de: NBR 5413, 1992

6. Resultado e discussões

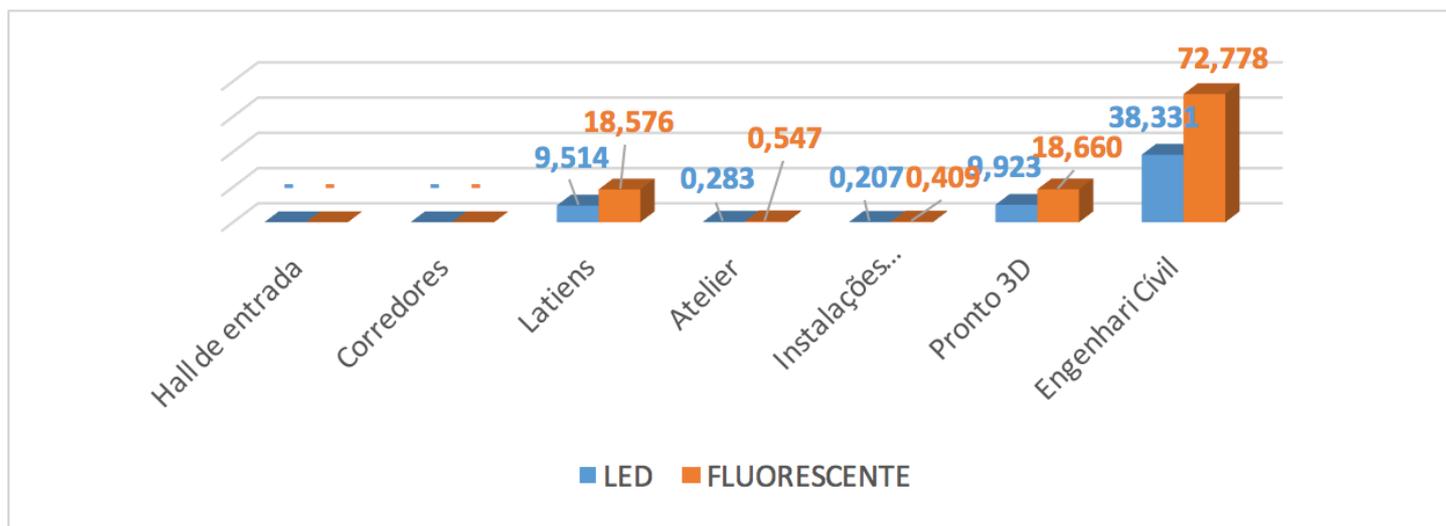
Com base nos cálculos efetuados, foi construídos o gráfico 1 e gráfico 2, nos quais baseiam-se em consumo por mês:

Gráfico 1- Comparação LED e Fluorescente (horário de ponta) (kW.h)



Fonte: Os autores, 2016

Gráfico 2- Comparação LED e Fluorescente (horário fora de ponta) (kW.h)

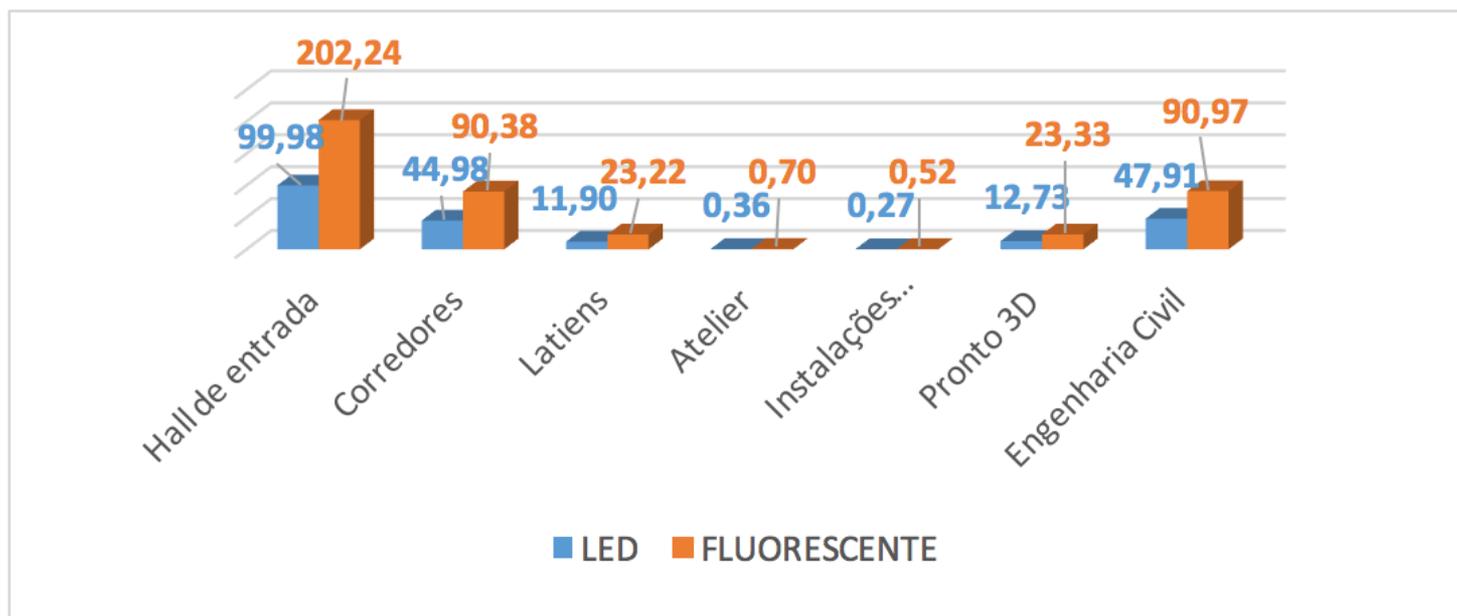


Fonte: Os autores, 2016

O gráfico 1 e o gráfico 2, apontam que, indiferentemente se é no horário de ponta ou não, o consumo das lâmpadas fluorescente será sempre maior que as lâmpadas LEDs (praticamente o dobro do consumo das lâmpadas LEDs). Conforme os cálculos apresentados, as lâmpadas fluorescente necessitam de uma maior intensidade de corrente elétrica, e conseqüentemente, drenam uma maior potência, logo consomem mais energia.

6.2 Análise de custos dos laboratórios

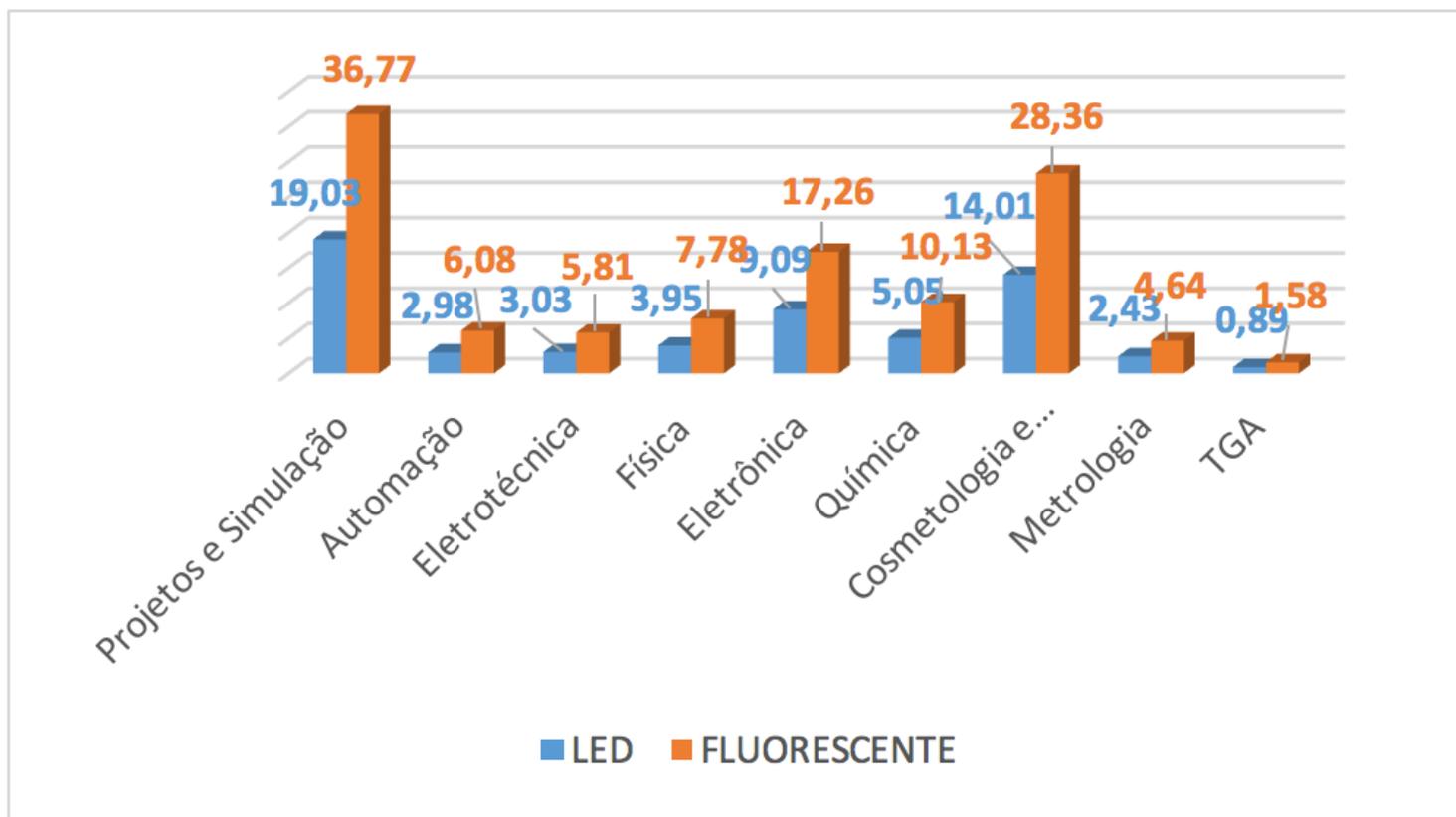
Gráfico 3 - Custo em reais: térreo



Fonte: Os autores, 2016

Conforme o gráfico 3, pode-se observar claramente que nas lâmpadas LEDs, o custo é menor que nas lâmpadas fluorescentes, ou seja, devido aos fatores que levam a lâmpada LED consumir menos quantidade de energia, logo tendem na redução do custo de energia elétrica cobrado na fatura. O mesmo aplica-se ao gráfico 4, mesmo sendo em laboratórios diferentes, não irá mudar seu custo.

Gráfico 4 - Custo em reais: 2º andar



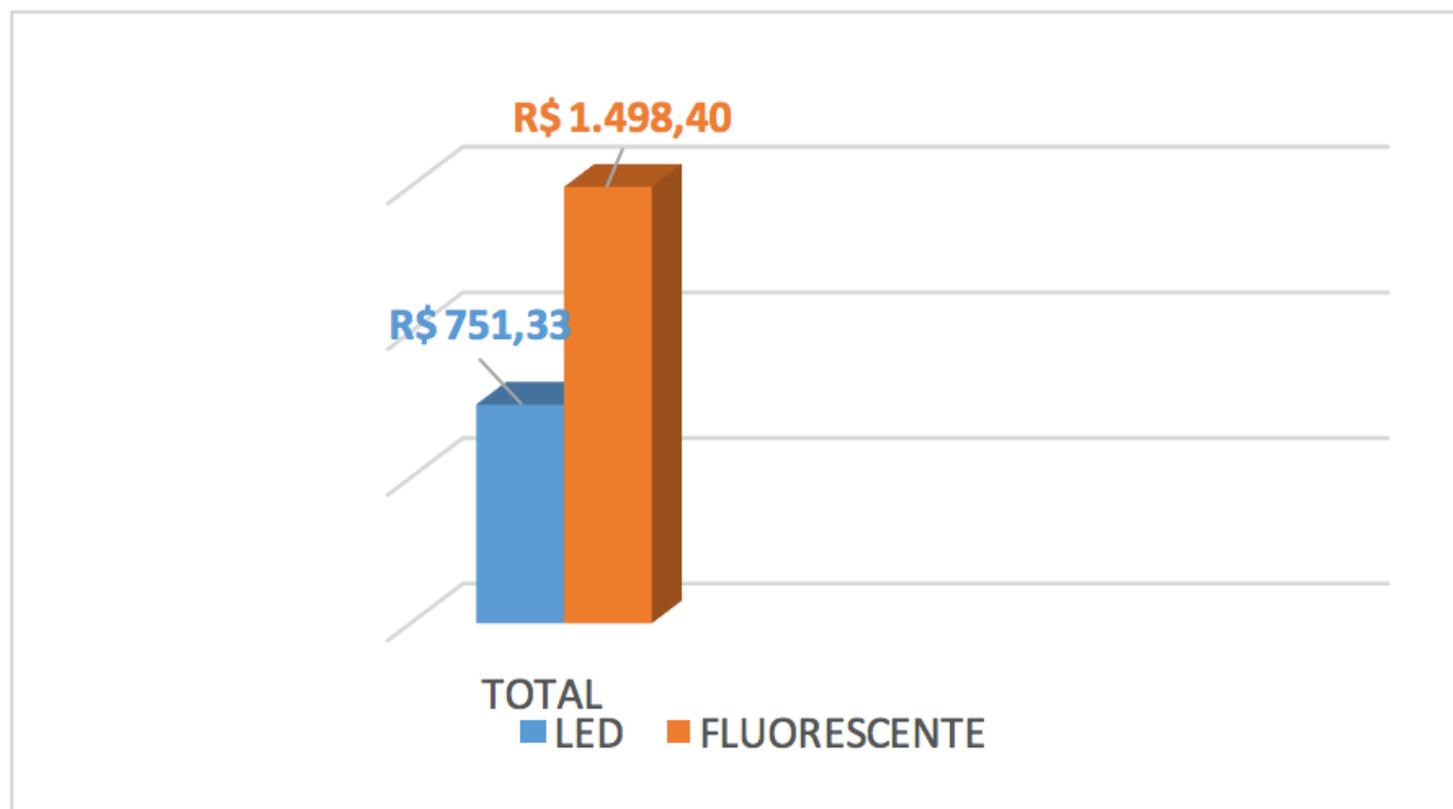
Fonte: Os autores, 2016

6.3 Custo total CCET

Conforme mostra o gráfico 5, efetuando o somatório dos custos de todas as áreas do CCET, conseguimos analisar o tamanho da economia que a lâmpada LED nos traz. Temos a seguir os índices comparativos entre a lâmpada fluorescente tubular de 36 W (watts) e uma lâmpada tubular LED 18 W (watts), na qual são as lâmpadas que se equivalem uma a outra, que são eles: Intensidade de Corrente Elétrica: afeta diretamente a potência; Potência Elétrica: afeta diretamente no consumo; Fluxo Luminoso: incide na capacidade da lâmpada de emitir luz em várias direções; Eficiência Luminosa: incide na quantidade de luz emitida em várias direções

pela lâmpada; Vida Útil: tempo de vida da lâmpada.

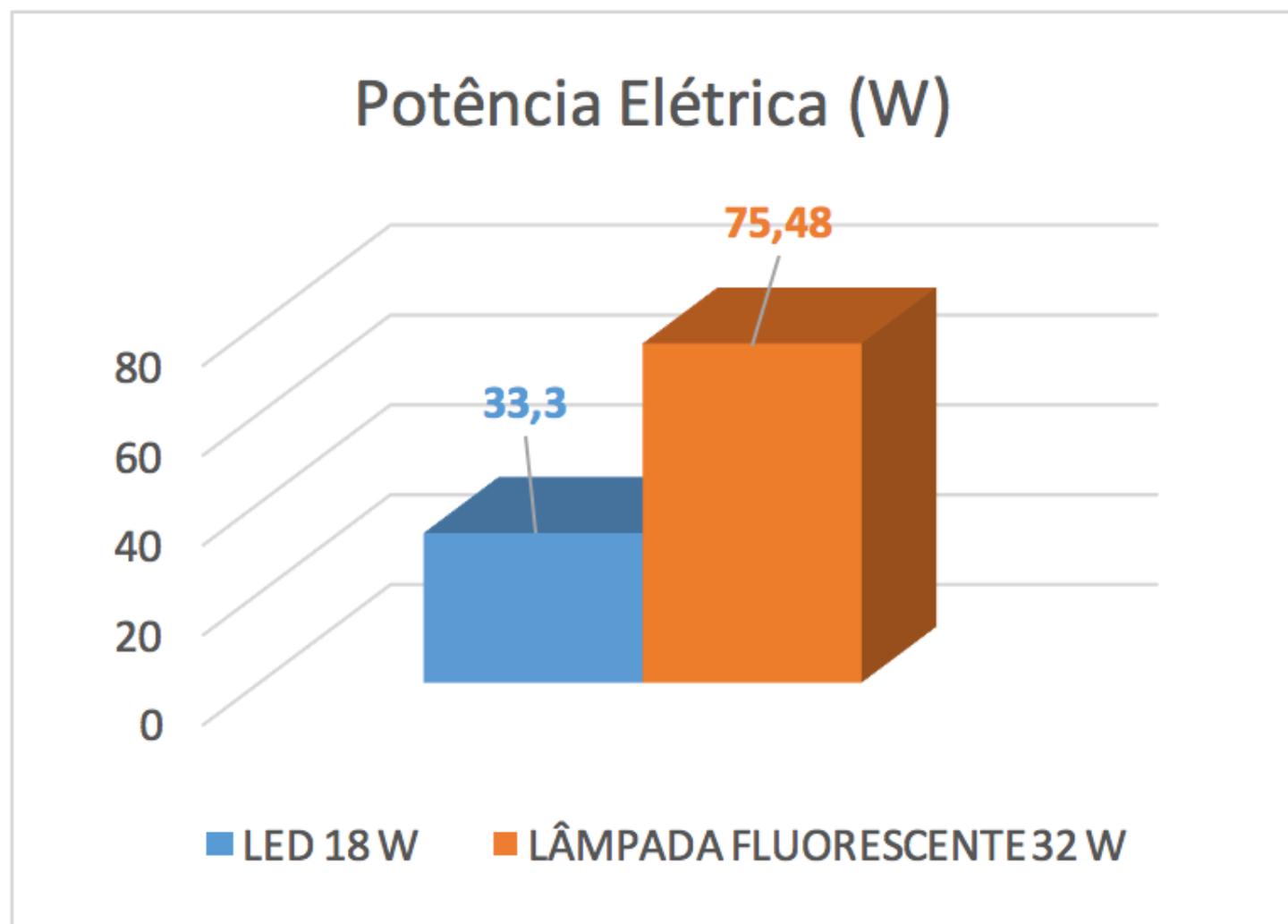
Gráfica 5 - Custo total em reais



Fonte: Os autores, 2016

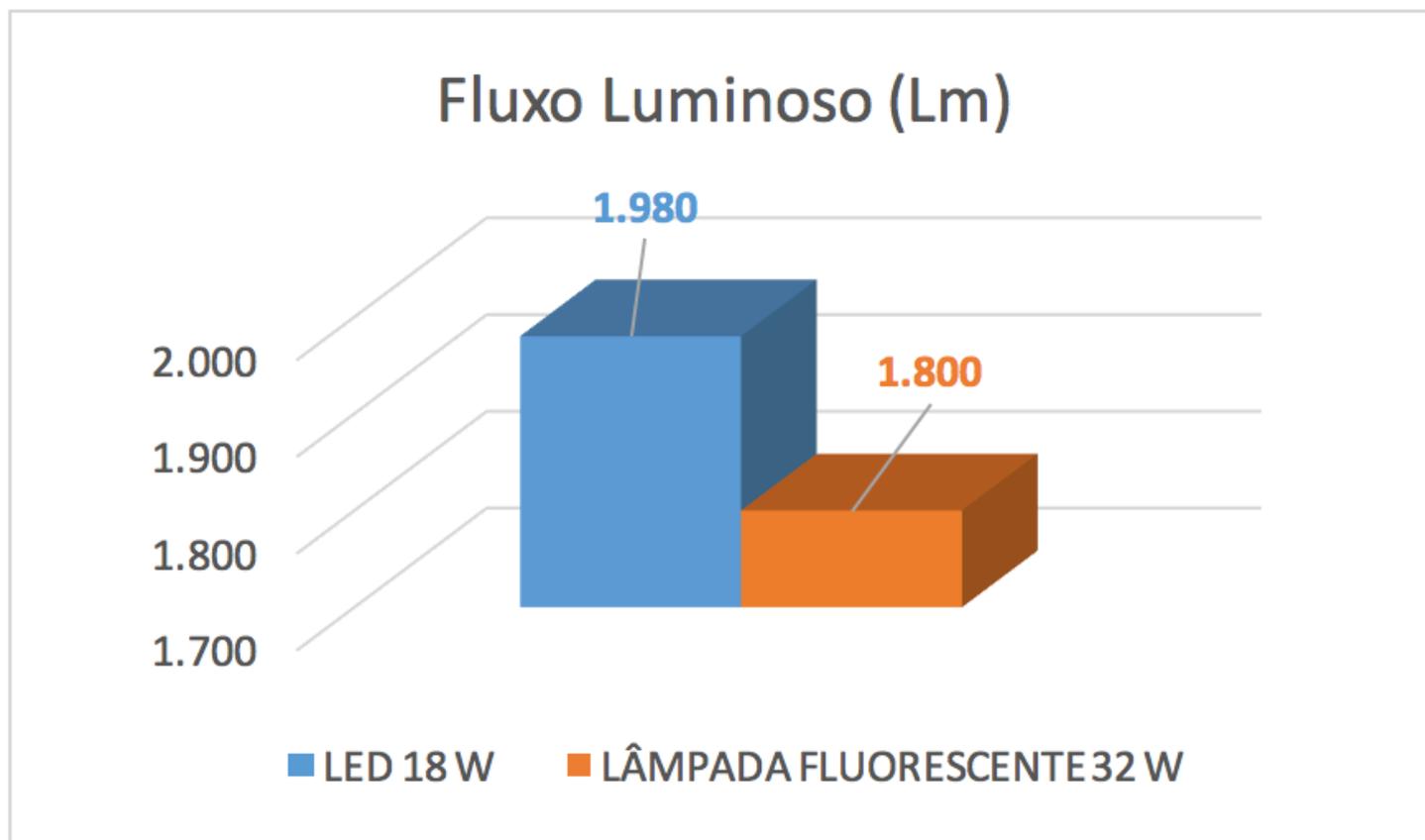
Nota-se uma intensidade menor na lâmpada LED, que por sua vez é diretamente proporcional a potência elétrica, ou seja, lâmpadas fluorescentes produzem uma intensidade maior de corrente elétrica do que as lâmpadas LED, e, respectivamente, drenam uma maior potência, conforme o gráfico 6.

Gráfico 6 - Potência Elétrica (W)



Já no gráfico 7, a comparação entre as lâmpadas exibe os diferentes fluxos luminosos produzidos por ambas, na qual a lâmpada LED é ligeiramente superior. Lembrando que, este índice refere-se na capacidade da lâmpada emitir luz percebida pelo olho humano. Esta comparação deu-se entre lâmpadas equivalentes, ou seja, se a comparação fosse de lâmpadas com mesma potência, a lâmpada LED seria muito superior, no que diz respeito ao seu fluxo luminoso.

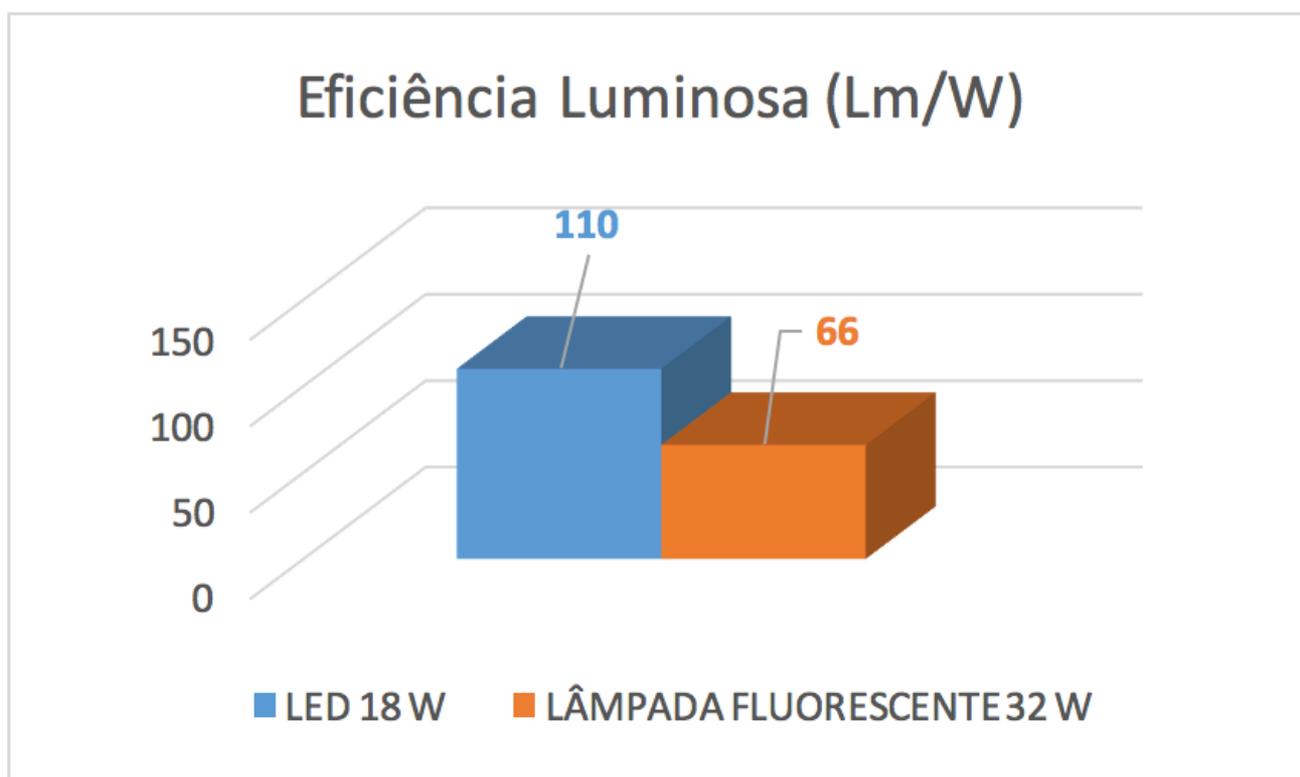
Gráfico 7 - Fluxo Luminoso (Lm)



Fonte: Os autores, 2016

No Gráfico 8, mostra-se o comparativo da eficiência luminosa de cada lâmpada, na qual incide na razão do fluxo luminoso pelo potência elétrica consumida, ou seja, percebemos que a lâmpada LED além de ser mais econômica, sua eficiência luminosa é superior, isso retrata na iluminação de ambientes, que por sua vez tendem a ficar com um grau de iluminação maior, oferecendo maior conforto visual.

Gráfico 8 - Eficiência Luminosa (Lm/W)



Fonte: Os autores, 2016

6.4 Proposta técnica e viabilidade econômica

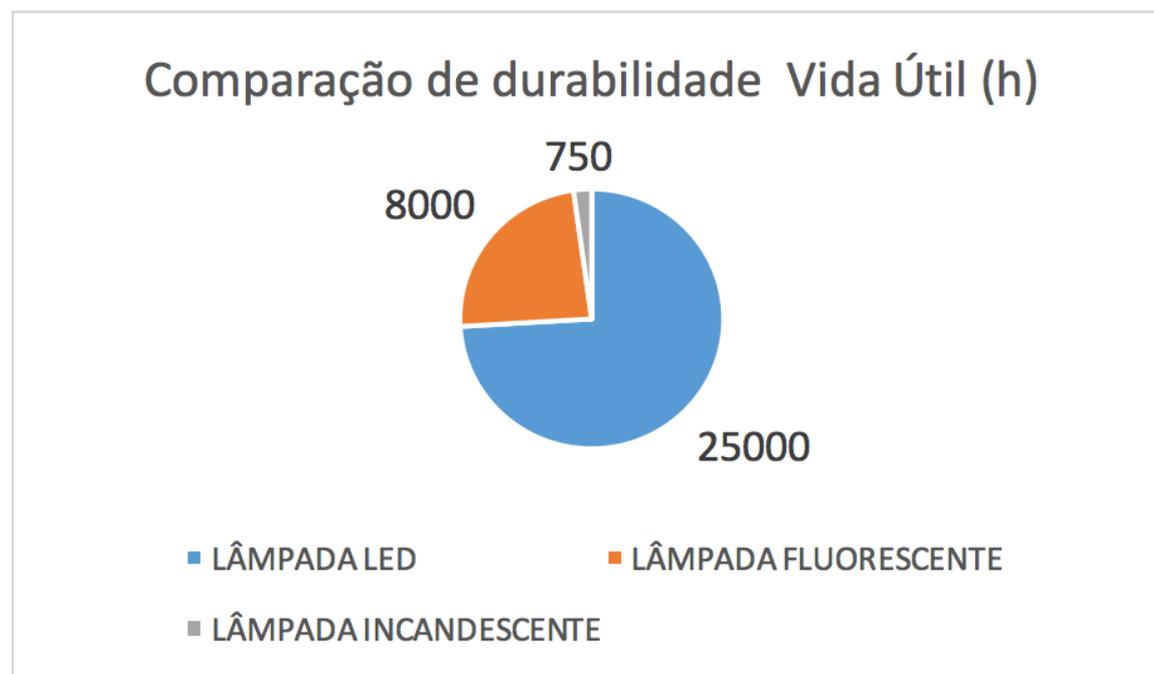
Tendo como base estudos realizados, verificou-se que a lâmpada LED está crescendo gradativamente o seu uso devido aos diversos fatores com que as fazem superior a todas os tipos de lâmpadas existentes no mercado atual.

6.5 Melhoria do sistema de iluminação

No gráfico 9, verifica-se que, adicionando a durabilidade como ponto positivo no quesito eficiência, observa-se uma enorme diferença de durabilidade, em termos de vida útil de cada lâmpada que fora mais utilizada com o passar dos anos.

Se tomarmos a razão entre a durabilidade de lâmpada LED com as demais, temos que, para uma lâmpada LED trocada dentro de seu período de durabilidade, já teríamos trocado, no mínimo, 3 (três) lâmpadas fluorescente e 33 (trinta e três) lâmpadas incandescentes.

Gráfico 9 - Comparação de durabilidade – vida útil (h)



Fonte: Os autores, 2016

6.6. Cálculo da análise de viabilidade econômica

Para chegar no valor total de um investimento, levamos em consideração algumas taxas e serviços, conforme a tabela 9.

Tabela 9 - Resumo investimento

	VALOR (R\$)
Mão de obra	2.200,00
Lâmpadas LED tubulares (18W)	11.760,00
Lâmpadas LED E27 (16 W)	3.600,00
Suporte bocal E 27	417,60
Soquete Lâmpada Tubular	252,00
Investimento Total	18.229,60

Fonte: Os autores, 2016

A fim de chegar aos valores de mão de obra, leva-se em consideração o trabalho que seria realizado por um técnico e um auxiliar, pois, segundo a NR10 (2016) serviços elétricos e em alturas preveem que devem trabalhar no mínimo duas pessoas por operação, e tendo os valores cobrados por hora, respectivamente sendo R\$35,00 (trinta e cinco reais) e R\$20,00 (vinte reais) cada. Sendo que cada luminária seria realizado a troca em aproximadamente 10 (dez) minutos, trabalhando 8 horas por dia, chega-se à conclusão de que levariam em torno de uma semana para serviço (exceto sábado e domingo).

Considera-se como custos também, soquetes para lâmpadas tubulares, visto que, para cada substituição, alguns poderiam ser danificados ou quebrados.

Outro fato importante é que as luminária de hall de entrada e mezanino, utilizam-se de lâmpadas compactas não integradas, e com isso seria necessário sua remoção e instalação do suporte bocal padrão E 27, para as lâmpadas LED bulbo.

Tabela 10 - Fluxo de caixa do investimento – laboratório CCET

	0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Fluxo de caixa final	-18229,6	5976,56	5976,56	5976,56	5976,56	5976,56
Fluxo de caixa acumulado	-18229,6	-12253,04	-6276,44	-299,88	5676,68	11653,24
VPL	5.017,13					
TIR	19,11 %					

Fonte: Os autores, 2016

O cálculo do *payback* simples, foi utilizado do valor do investimento total – tabela 9 – e da economia gerada pelas lâmpadas LEDs – gráfico 5 – respectivamente, R\$ 18.229,60 (dezoito mil e duzentos e vinte e nove reais e sessenta centavos) e R\$ 747,07 (setecentos e quarenta e sete reais e sete centavos). Para efeitos de cálculo, utilizou-se os mesmos critérios da média de horas por mês, ou seja, foi considerado 8 (oito) meses de utilização, no qual gerará uma economia de R\$ 5.976,56 (cinco mil e novecentos e setenta e seis reais e cinquenta e seis centavos) ao ano, em 3 (três) anos, temos o *payback* simples, ou seja, o equilíbrio acontece a partir desse momento, temos o lucro real do investimento.

Taxa de juros compostos de mercado 13% a.a., porém a instituição pesquisada consegue uma taxa diferenciada de 9% a.a. Não se considera os efeitos de inflação e depreciação, pois as informações adquiridas voltam-se à economia real de energia elétrica.

6.7. Fator ambiental

Para que não haja riscos de impactos ambientais causados pela troca das lâmpadas fluorescentes, faz-se necessário que as mesmas possuam um destino correto, visto que essas lâmpadas possuem resíduos nocivos ao meio ambiente, pois contêm substâncias químicas que afetam o ser humano, como o mercúrio por exemplo, um metal pesado que uma vez ingerido ou inalado, causa efeitos desastrosos ao sistema nervoso.

Atualmente, na região de Lages, não existe empresas homologadas para a coleta deste tipo de resíduos. Porém, foi-se descoberto uma empresa de tratamento de resíduos, na cidade de Chapecó, cujo nome não foi autorizado a mencionar.

Estima-se um novo fluxo de caixa, no qual a empresa cobraria, em média, R\$1,00 (um real) por lâmpada coletada. Acrescentando esse valor ao investimento, traria o seguinte fluxo de caixa do investimento, apresentado na tabela 11. Percebe-se pequena alteração no *payback*, uma redução no VPL que será de R\$ 4.367,13 (quatro mil e trezentos e sessenta e sete reais e treze centavos) e na TIR que passará para 17,55%, o que não altera a viabilidade do investimento planejado.

Tabela 11- Novo fluxo de investimento

	0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Fluxo de caixa final	-18.879,6	5976,56	5976,56	5976,56	5976,56	5976,56
Fluxo de caixa acumulado	-18.879,6	-12.903,04	-6.926,48	-949,92	5.026,64	11.003,20
VPL	4.367,13					
TIR	17,55 %					
Payback simples	Ano: 3	Mês: 1	Dia: 27			

Fonte: Os autores, 2016

7. Considerações finais

Devido à crise no sistema elétrico brasileiro, no qual os recursos hídricos são um dos principais motivos para a mesma, o estudo de eficiência energética vem se tornando uma das principais soluções para a redução do consumo em energia elétrica e também para a economia relacionada ao custo da energia pela demanda.

A situação econômica brasileira também depende diretamente do SEP (Sistema Elétrico de Potência), no qual abrangem a economia desde a geração, sob fatores de qual recursos da geração será utilizado para suprir a demanda; a transmissão de energia, por motivos sócio-econômicos-ambientais, fauna e flora; a distribuição, em razão da necessidade em atender a população brasileira.

Perante a esses aspectos econômicos, em contrapartida da luminotécnica que se sobrepõe aos recursos tecnológicos, teve início ao estudo de viabilidade econômica e eficiência energética voltado à iluminação do prédio de ciências exatas e tecnológicas da universidade do planalto catarinense.

Tais estudos luminotécnico comprovam que, comparando e analisando criticamente cada uma das lâmpadas fluorescente de 32W de potência e a lâmpada Led de 18W de potência, consegue-se obter os mesmos níveis de iluminância (lux) com uma potência reduzida. Contudo, não é somente este índice que traz benefícios. Outros índices dizem-se a respeito da intensidade de corrente elétrica, que comparando as duas lâmpadas, têm intensidade de 340mA e 150mA, respectivamente. Observa-se que a lâmpada LED tem a menor intensidade de corrente e, a partir dessa mesma intensidade, consegue-se obter cálculos de potência, no qual as lâmpadas LEDs consomem uma potência de 33,3W, enquanto uma fluorescente consome 75,48W; ou seja, lâmpadas fluorescentes consomem quase o dobro de potência das lâmpadas LEDs. Devido a este consumo de potência, pode-se estimar, por cálculo, o consumo de potência pelo tempo, isto é, consumo em kW.h (quilowatt hora) para fins de quantificar o quanto gastaria em uma fatura de energia elétrica.

Outros índices incidem quanto aos aspectos técnicos, fluxo luminoso, eficiência luminosa e vida útil. O fluxo luminoso das lâmpadas LEDs e fluorescentes são 1.980 Lm e 1800 Lm, respectivamente, isto significa dizer que uma lâmpada LED, de potência menor, consegue ser superior na quantidade de luz emitida por ela, do que uma lâmpada fluorescente de maior potência. Quanto a eficiência luminosa, é apenas um indicador para que se possa comparar o quão eficiente uma lâmpada é de outra; essa eficiência luminosa, obtida em número, trouxe uma eficiência de 66 (Lm/W) nas fluorescentes e 110 (Lm/W) nas lâmpadas LEDs, ou seja, significa dizer que as lâmpadas LED possuem um rendimento maior que as fluorescentes. Quanto a vida útil, baseando-se nessas mesmas potências, chegou-se à afirmação que, as lâmpadas LEDs possuem uma durabilidade de 20.000 (vinte mil) horas, enquanto as fluorescentes apenas 8.000 (oito mil) horas.

Juntamente com o estudo de viabilidade econômica, as lâmpadas LEDs foram superiores, devido, exclusivamente, aos índices de durabilidade e eficiência luminosa, que por sua vez trariam um *payback* em torno de 3 (três) anos, isto é, um rápido retorno de investimento.

Em virtude desse estudo realizado, pode-se concluir que, devido aos conhecimentos adquirido ao longo desta pesquisa e também pelos dados apresentados, consegue-se analisar e distinguir que a melhor escolha dentre os equipamentos de iluminação mais modernos e econômicos da atualidade são as lâmpadas LEDs, que por sua vez tendem a ser mais eficientes perante sua capacidade de serem mais econômicas por possuírem uma alta eficiência luminosa visual, gerando um melhor conforto visual em locais fechados, como exemplos, os laboratórios que serviram de estudo, e por seu *payback* ser viável em um possível investimento.

Todavia, para uma iluminação adequada, quaisquer recursos tecnológicos devem atender, no mínimo, as normas regulamentadoras vigentes brasileiras, nas quais mostram, em números e cálculos, uma melhor qualidade na distribuição de iluminação em locais fechados.

8. Proposta de trabalhos futuros

Devido ao extenso trabalho realizado, verificou-se alguns pontos falhos ao final do projeto. Tais pontos diz-se a respeito às medições realizadas em cada laboratório, no qual não existe projeto atualizado do setor elétrico, e com isso, algumas informações não foram levadas em consideração, como por exemplo, qual circuito seria para tomadas e iluminação. Uma sugestão importante seria implementar um estudo da instalação de sensores de presença em corredores de circulação, e verificar se esses sensores afetariam na vida útil das lâmpadas LEDs.

Outro fator de destaque, dentro das medições para coleta de dados, deu-se pelo fator que alguns laboratórios possuíam as luminárias de emergência, que faziam parte do mesmo circuito de iluminação, o que poderia comprometer as medições. Somente não foi levado em consideração pelo motivo que as luminárias consomem pouca potência, não afetando diretamente nos cálculos.

Uma outra proposta de trabalho, que está relacionada aos novos recursos tecnológicos, verificou-se no decorrer da pesquisa que, existe uma nova tecnologia referente às lâmpadas incandescentes. Essa nova tecnologia visa uma melhoria nas lâmpadas incandescentes, que por elas mesmos, consomem muito, gerando apenas 10 % (dez por cento) em luz, e o restante se transforma em calor e é justamente esse o princípio que pesquisadores dos EUA desenvolveram um dispositivo chamado fotônico, que conseguem reciclar o calor emitido pela lâmpada, e transformando ainda mais em luz, elevando sua eficiência a níveis da lâmpada LED. Os pesquisadores pretendem provar que essas lâmpadas substituirão as LEDs num futuro próximo.

Referências

- Agencia Nacional de Energia Elétrica (2015). Energia no Brasil e no mundo. Brasília, DF. Recuperado em 23 de abril de 2015 de www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap2.pdf
- Agostinho, F. R., Rocca, G. A. D., Ferreira, F. C. S., Stefenon, S. F. (2017). Estudo sobre a viabilidade financeira na atualização tecnológica de uma planta fabril: Utilização de motores elétricos de alta eficiência e iluminação LED. *Revista Espacios*, 38(12), 5-17. Recuperado em 11 de abril de 2017 de <http://www.revistaespacios.com/a17v38n12/17381205.html>
- Botelho, M. H. C. & Figueiredo, M. A. (2012). *Instalações Elétricas Residenciais Básicas*. São Paulo: Edgar Blücher Ltda.
- Ciocari, E., Stefenon, S. F., Leite, J. A. N. (2016). *Desafios na Operação das Usinas Hidrelétricas da Bacia do Rio Uruguai*. Niterói: Editora Alternativa.
- Creder, H. (2012). **Instalações Elétricas** (15ª ed.). Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.
- Ehrlich, P. J., & Moraes, E. A. (2011). *Engenharia Econômica: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimentos* (6ª ed.). São Paulo: Atlas S.A.
- Folster, L. P., Madruga, G. G., Ferreira, F. C. S., Stefenon, S. F. (2016). Estudo Sobre a Eficiência no Sistema de Iluminação em Salas de Aula (UNIPLAC). *Revista Espacios*, 37(21), 24-35. Recuperado em 11 de abril de 2017 de <http://www.revistaespacios.com/a16v37n21/16372124.html>
- Hirschfeld, H. (2014). *Engenharia Econômica e Análise de Custos* (7ª ed.). São Paulo: Atlas S. A.
- NBR 5461** (1991). Iluminação. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- NBR 5413 (1992)**. Iluminação de interiores. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- NR10 (2016). Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Distrito Federal: Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil.
- Righez, F. O., Dela Rocca, G. A., Andrade Arruda, P., & Frizzo Stefenon, S. (2016). Análise de Viabilidade Técnica e Financeira de um Site de Internet Banda Larga Fixa. *GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, 6(4), 3537-3552, doi:10.7198/geintec.v6i4.984

Silva, M. L. (2004). **Luz Lâmpadas e Iluminação** (3ª ed.). Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda.

Moreira, V. A. (1999). *Iluminação Elétrica*. São Paulo: Edgar Blücher Ltda.

1. Estudante de Engenharia Elétrica da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPALCO).
 2. Mestre em Economia Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professora do curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPALCO).
 3. Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professora do curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPALCO).
 4. Mestre em Engenharia Elétrica (FURB), professor e coordenador do curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPALCO). Email: stefanostefenon@gmail.com
 5. Estudante de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho e professor do curso de Engenharia Elétrica da Universidade do Planalto Catarinense (UNIPALCO).
 6. Softwares: conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados; programas.
 7. TGA: Analisador Termogravimétrico. Permite análises térmicas, como teor de umidade, teor de cinzas, teor de voláteis e porcentagem de carbono fixo, nos mais diversos tipos de materiais.
 8. Valor de tarifa cobrado em horário de ponta pela concessionária de energia elétrica vigente da região;
 9. Valor de tarifa cobrado em horário fora de ponta pela concessionária de energia elétrica vigente da região;
 10. Valor de tarifa cobrado em horário de ponta pela concessionária de energia elétrica vigente da região;
 11. Valor de tarifa cobrado em horário fora de ponta pela concessionária de energia elétrica vigente da região;
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 42) Año 2017
Indexada en Scopus, Google Scholar

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados