

N. CLASS. *M 620.1*  
CUTTER *A191e*  
ANO/EDIÇÃO *2015*

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS/MG**

**ENGENHARIA MECÂNICA**

**SÉRGIO APARECIDO ADÃO**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: Lâmpadas de LED**

**Varginha**

**2015**

**SÉRGIO APARECIDO ADÃO**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: lâmpadas LED**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Me. Alexandre Lopes.

Varginha

2015

**SÉRGIO APARECIDO ADÃO**

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: lâmpadas LED**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho inicialmente a Deus, minha força nesta longa caminhada. A minha família, principalmente minha mãe, pelo exemplo e pelo apoio em toda esta trajetória. Finalmente aos meus colegas de sala, colegas de trabalho e professores que me auxiliaram na realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Em todas minhas conquistas agradeço em primeiro lugar a Deus, nesta não seria diferente. Aos meus pais, minha esposa e toda minha família e amigos por nunca me deixarem desanimar nesta caminhada. Agradeço com muito carinho aos professores que me orientaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

“Qualidade significa fazer certo quando ninguém  
está olhando.”

Henry Ford

**Grupo Educacional UNIS**

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo dissertar sobre eficiência energética com lâmpadas tubulares de LED, em seus tópicos fara-se uma previa explicação sobre lâmpadas LED e fluorescentes com o objetivo de demonstrar as vantagens de utilizar lâmpadas com menores consumos de energia obtendo a mesma luminosidade das lâmpadas convencionais.

Através de pesquisas em livros, artigos e catálogos foram feitos levantamentos de dados para que obtivesse melhor conhecimento para realizar um comparativo preciso entre luminária com lâmpadas LED e luminárias com lâmpadas fluorescentes.

O investimento em iluminação por lâmpadas LED é como mostra o estudo uma excelente alternativa, pois comprova-se através de tabelas e cálculos que obtém-se um ótimo retorno financeiro, em um espaço de tempo pré determinado.

## **ABSTRACT**

*This paper aims to speak about energy efficiency with tubular LED lamps in their topics fara-one foresaw explanation of LED lamps and fluorescent in order to demonstrate the benefits of using bulbs with lower energy consumption obtaining the same brightness of the lamps conventional.*

*Through research in books, articles and catalogs data collections were made to obtain better knowledge to carry out a comparative needed between lamp with LED bulbs and fixtures with fluorescent lamps.*

*The investment in LED illumination lamp as shown in the study is an excellent alternative, as it was proven by calculations that tables and obtains a good financial return in a pre determined period of time.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Iluminação de ambientes .....	14
Figura 02 – Lâmpada fluorescente tubular.....	15
Figura 03 – Lampada tubular Led.....	17

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 01 – Custo de uma luminária fluorescente .....	20
Tabela 02 – Vida média útil de uma lâmpada fluorescente .....	20
Tabela 03 – Gastos com o consumo de energia elétrica para lâmpada fluorescente .....	21
Tabela 04 – Custo de uma luminária Led .....	21
Tabela 05 – Vida média útil de uma luminária Led.....	21
Tabela 06 – Gastos com o consumo de energia elétrica para luminária Led .....	22

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 ILUMINAÇÃO DE AMBIENTE.....</b>	<b>13</b>
<b>3 LÂMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES.....</b>	<b>15</b>
<b>4 LÂMPADAS LED.....</b>	<b>17</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>24</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este estudo consiste em abordar o consumo excessivo e desnecessário de energia. Tendo como objetivo principal identificar a melhor opção em termos de custo benefício entre lâmpadas de LED (*Light Emitting Diode*) e lâmpadas fluorescentes tubulares.

Trazer para o conhecimento do leitor ou pesquisador as vantagens e desvantagens técnicas destes dois materiais.

Provar que substituindo lâmpadas convencionais por lâmpadas de led. Você terá benefícios como, redução no consumo de energia elétrica, manutenção e reparos são mais simples e menos prejudiciais a saúde. Uma vez que a lâmpadas tubulares fluorescentes contem mercúrio em sua composição que se quebra na hora da manutenção e em contato com a pele pode ocasionar doenças.

Devido ao grande consumo de água e a pouca incidência de chuva nos últimos tempos, e um aumento considerável no consumo de energia no país, o foco esta em pesquisas para reduzir o consumo de energia.

Uma das várias maneiras de se aplicar a eficiência energética foi a pesquisa e descoberta da iluminação a LED, que corresponde em certas ocasiões cinquenta por cento de economia de energia elétrica onde estariam sendo estaladas.

Quanto a viabilidade deste produto, os custos ainda são altos para a realização e implementação desde projeto, mas em um espaço de tempo calculado os custos serão pagos com a economia em consumo.

## 2 ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES

A luz é parte essencial de nosso cotidiano. A iluminação proveniente do Sol traz energia para a Terra que alimenta todas as coisas vivas, auxiliando no movimento, na reprodução e no crescimento desses seres. As plantas suprem suas necessidades captando a luz do Sol e convertendo-a em energia química, em um processo conhecido com fotossíntese. Na Terra, quase todas as fontes de energia conhecidas e utilizadas pelos homens foram ou são derivadas do Sol. Os combustíveis fósseis são produtos da captação e armazenamento da luz solar em plantas, algas e animais pré-históricos, que existiram a milhões de anos atrás. A primeira luz natural nasceu nos tempos pré-históricos. Seu início deu-se quando o homem aprendeu a controlar o fogo. Posteriormente, o homem, no intuito de controlar essa chama por um longo período, desenvolveu outras fontes de luz, tais como a primeira lâmpada equipada com um pavio que consumia óleo animal ou vegetal, mais tarde a vela, obtendo assim fontes de luz portáteis. Somente no século X, a chama foi substituída por corpos sólidos incandescentes. Thomas Edison inventa a primeira lâmpada elétrica prática, utilizando um filamento de carvão e um vácuo que convertia menos de 1% da eletricidade em luz, o restante era desperdiçado como calor. Hoje, utilizamos um fio tungstênio em um bulbo enchido com gás argônio que converte 6% a 7% em luz, o restante é desperdiçado como calor. No começo dos anos 30 iniciou-se a produção de lâmpadas de descarga de baixa pressão, com menor desperdício de energia em forma de calor. Hoje, podemos encontrar no mercado mais de 3 mil tipos de lâmpadas, cada uma com um sistema e uma função. Uma boa iluminação emana alegria e vitalidade para uma casa, um bom rendimento do trabalho, contribuindo para um maior conforto, bem-estar e segurança dos indivíduos nas tarefas diárias (BERTOLOTTI, 2007).



Figura 1: iluminação de ambiente



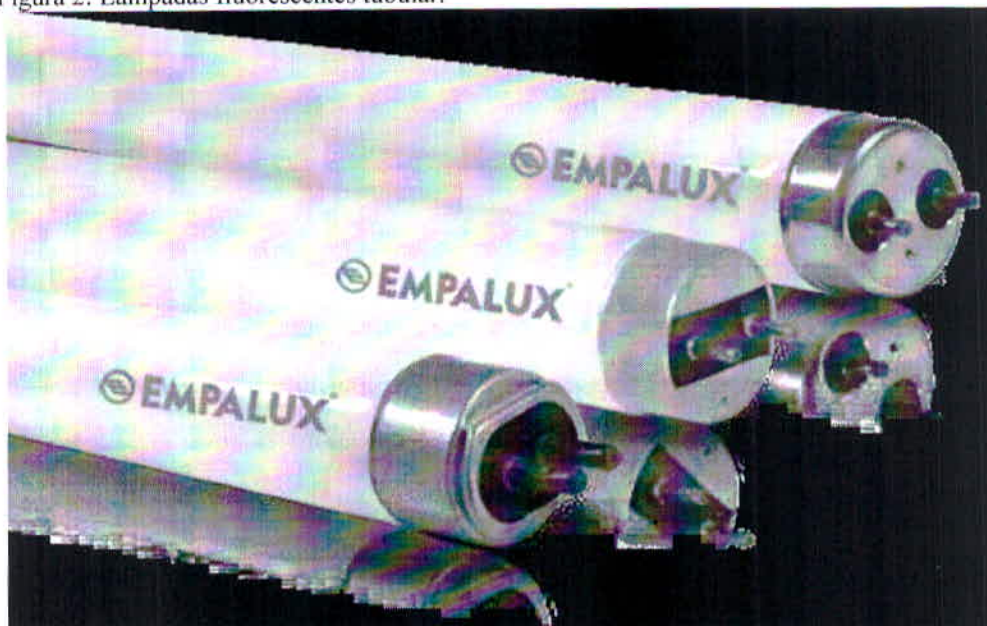
Fonte: Philips (2010)

### 3 LAMPADAS FLUORESCENTES TUBULARES

As lâmpadas fluorescentes tubulares são compostas por um tubo de vidro revestido com compostos de fósforo em sua face interna. Nas extremidades do tubo de vidro são encontradas as bases de ligação (anodo e catodo), sendo estas feitas de tungstênio ou aço inox. O interior da lâmpada é preenchido com um gás inerte, normalmente argônio, neônio, criptônio e/ou xenônio, juntamente com mercúrio a baixa pressão (SILVA, 2006).

Ao ser ligada à rede elétrica, ocorre a passagem de corrente elétrica pelos gases. Os choques dos elétrons com as moléculas do vapor de mercúrio fazem com que estas fiquem excitadas e liberem energia como radiação ultravioleta (UV), esta, ao colidir com a camada de compostos de fósforo localizados na face interna do tubo, é convertida, então, em luz visível (SILVA, 2006).

Figura 2: Lâmpadas fluorescentes tubular.



Fonte: Empalux (2015)

Essas lâmpadas são utilizadas na iluminação industrial, comercial e residencial, além do uso em locais onde se queira um baixo investimento inicial e boa eficiência da iluminação. Ademais, possuem elevada vida mediana (8 000 horas), baixo consumo de energia, alta eficiência luminosa (entre 68 a 90 lm/W), IRC entre 66 e 95, e uma gama de temperatura de cor (3000 K, 4000 K, 5000 K, 3800 K, 6500 K e 17000 K) (BALAROTI, 2013).

As lâmpadas fluorescentes têm sido bastante utilizadas desde a sua invenção na década de 30, passando a ser a principal forma de iluminação artificial no mundo devido a sua alta eficiência e longa durabilidade (XAVIER, 2005).



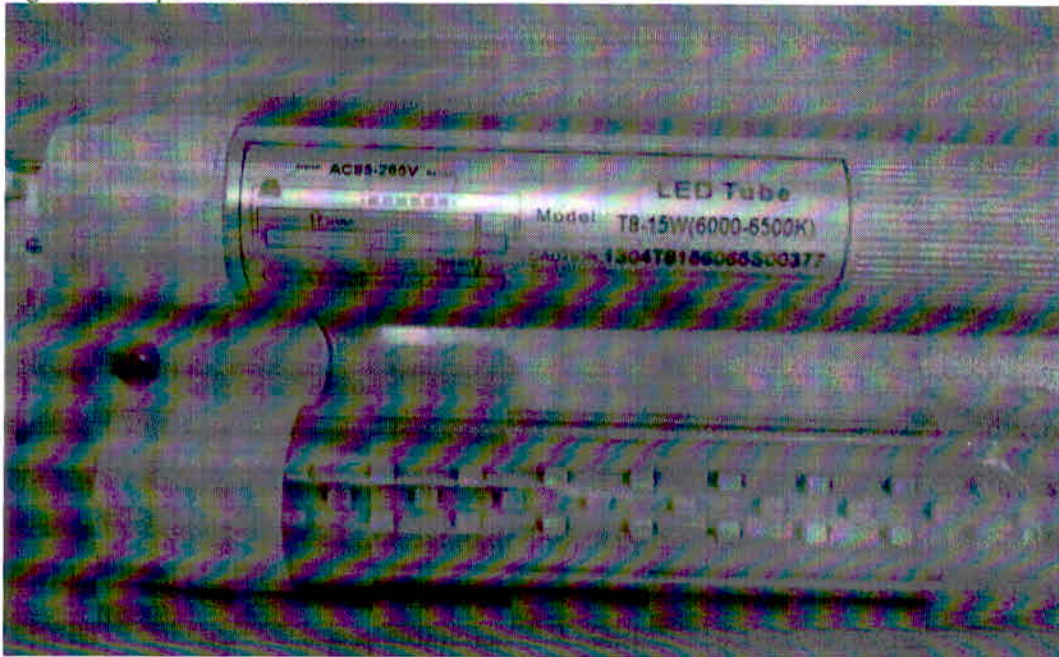
## 4 LAMPADAS LED

Atualmente há uma procura por equipamentos e processos mais eficientes que possam diminuir a demanda por energia, como foi o caso da perda de mercado consumidor das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes e a busca por fontes renováveis de energia. Dessa forma, a iluminação, que foi apontada, segundo Freitas (2010), como responsável pelo consumo de 19% da energia elétrica mundial e 20% da energia no Brasil, vem recebendo investimentos para o desenvolvimento de novas tecnologias, dentre elas o LED (diodo emissor de luz ou light emitting diodes), que possam substituir as atuais lâmpadas presentes no mercado, como por exemplo, as fluorescentes.

O fluxo direcional das lâmpadas LED permite dirigir a luz à área desejada, incrementando consideravelmente a uniformidade lumínica e reduzindo manchas ou pontos escuros e a perda de iluminação entre as fontes de luz. Em consequência, se otimiza o uso da luz emitida e se reduz o consumo de energia e a contaminação lumínica (SALES, 2011).

De acordo com Freitas (2010), as lâmpadas LED têm um maior Rendimento Luminoso Útil (expressado em porcentagem de lumens por watt) que as lâmpadas 'economizadoras de energia' (CFL) ou as lâmpadas de vapor de sódio (HPS), tradicionalmente utilizadas nos sistemas de iluminação pública. Adicionalmente, as lâmpadas LED oferecem oito vezes mais iluminação que as obsoletas lâmpadas incandescentes.

Figura 3: Lâmpada tubular led.



Fonte: Philips



As luzes LED são extremamente eficientes e permitem economizar entre 60 e 90% se comparadas às lâmpadas incandescentes convencionais, de sódio ou de mercúrio, e de 10 a 20% se são as lâmpadas 'economizadoras de energia' (de baixo consumo). As lâmpadas LED, por motivo de sua longa vida, evitam interrupções do serviço, prejuízos e substituições constantes, oferecendo uma economia excepcional na manutenção. As lâmpadas LED resultam enormemente práticas naquelas aplicações em que é complicado ou custoso instalar e manter as luminárias, como por exemplo: as pontes, as estruturas de grande altura ou a iluminação de segurança (FREITAS, 2010).

As instalações novas se beneficiam de uma economia substancial no custo do fio de cobre, cuja espessura (diâmetro) é apenas uma fração do requerido por instalações de lâmpadas tradicionais (sódio ou vapor metálico). As lâmpadas LED têm uma vida útil de 35.000 horas (uma lâmpada ligada em pro médio 8 horas diárias tem uma vida de 12 anos) e operam a baixa voltagem (< 32v) e geram um calor mínimo proporcionando segurança aos usuários durante sua instalação e operação (TONZANI, 2009).

De acordo com Tonzani (2009), as luzes LED resistem a grandes variações de temperatura e a vibração, o que assegura a continuidade de operação. As lâmpadas LED não são frágeis e dificilmente se quebram, ao contrário de todas as outras lâmpadas convencionais, incandescentes, fluorescentes (econômicas), ou de descarga de alta intensidade. As lâmpadas LED vêm numa ampla versatilidade de cores (reais), com um alto (CRI) Índice de Rendimento Cromático ( $Ra > 80$ ). Adicionalmente, as luzes LED oferecem cores vivas, já que não requerem de filtros para criar luz de cor; como resultado geram cores mais puras e profundas, sem desperdício de energia.

Utilizada originalmente só em aplicações muito específicas (sinais luminosos testemunho da presença da energia elétrica), atualmente, a tecnologia e os sistemas de iluminação LED penetraram praticamente na totalidade do mercado mundial de iluminação geral, substituindo as tradicionais lâmpadas incandescentes e fluorescentes. A tecnologia LED é muito superior a todas as outras com respeito ao desenho de sistemas de iluminação inteligentes, para interiores e exteriores. De fato as luzes LED são ideais em aplicações que requerem reguladores de intensidade luminosa (dimmers), sensores volumétricos, timer, etc. A variação da intensidade luminosa, ademais de economizar energia, ao contrário de outras fontes de luz, favorece no aumento da vida útil dos LEDs. Os LEDs também oferecem a

possibilidade de ligado e desligado ilimitados, sem afetar seu desempenho e funcionamento (EMPALUX, 2015).

De acordo com Sales (2011) os sistemas de iluminação LED para exteriores ou espaços abertos podem proporcionar um padrão regular do feixe de luz, com uma luminosidade uniforme. Também não produzem resplendor nem um efeito estroboscópico. Os LEDs oferecem extensas possibilidades de desenhos inovadores, luminárias que maximizam o rendimento dos sistemas de iluminação, graças ao tamanho reduzido e a sua geometria. Assim mesmo, por ser uma fonte de luz monocromática, sem geração de radiações ultravioletas ou infravermelhas, alcança uma saturação de cor e brilho maior que as lâmpadas convencionais. Ao contrário das lâmpadas fluorescentes (econômicas) ou de sódio, as LED têm um arranque rápido e não requerem uma demora para alcançar um nível ótimo de iluminação e de temperatura da cor (inclusive com temperaturas de até -30 °C). Pelo qual, ademais possibilitam a criação de efeitos tipo 'flash' (flashing).

Como as luzes LED produzem um calor mínimo, e não emitem raios ultravioleta ou infravermelho, podem ser usadas perfeitamente para iluminar prédios históricos ou vegetações sem risco de ocasionar danos. As lâmpadas LED são recicláveis e não contaminam ao meio-ambiente. As lâmpadas fluorescentes economizadoras de energia e as de sódio contêm mercúrio; ademais que as fluorescentes emitem ondas eletromagnéticas nocivas à saúde a uma curta distância (lâmpadas de escritório ou de cabeceira) (FREITAS, 2010).



## 5 RESULTADO E DISCUÇÃO

Se tratando de economia o Led sem duvidas é o melhor e supera todas as categorias de iluminação, pois, as luminárias de Led consome cerca de cinquenta por cento menos que as equivalentes. Mas se tratando de em aspectos econômicos fara-se um comparativo abaixo para melhor entendimento. A tabela 1 se refere ao custo em adquirir uma luminária com duas lâmpadas de 40w.

Tabela 1: Custo de uma luminaria fluorescente

Elemento	Valor unitario	Quantidade	Valor total
Luminaria	10,00	1	10,00
Soquete	1,00	4	4,00
Lampada 40 W	5,00	2	10,00
Reator	26,00	1	26,00
Total			50,00

Fonte: Autor

A tabela 2 refere –se a vida util de uma fluorescente em horas e tambem a quantidade de dias considerando que ela trabalhe em um ambiente onde se nescessite de iluminação vinte quatro horas por dia.

Tabela 2 : Vida media util de um luminaria fluorescente

Vida media de uma luminaria fluorescente	8000 horas
Considerando 24 h por dia	333,3 dias

Fonte: Autor

É possível ver o gasto gerado com o consumo de energia eletrica de uma luminaria fluorescente na tabela 3, que se refere ao consumo de energia durante sua vida media de 8000h.

Tabela 3: Gastos com consumo de energia elétrica em 8000h para luminaria fluorescente

2 lampadas	80 W
Preço do kw	RS 0,90
Consumo da lampada em 8000 h	640 kw
Gasto com esse consumo	RS 576,00

Fonte: Autor

Anteriormente situou-se os gastos diretamente ligados a uma luminaria de lampadas fluorescentes, será descrito a seguir os gastos na aquisição de uma luminaria de led, para que possa substituir a luminaria fluorescente com a mesma luminosidade. A tabela 4 descreve o custo de uma luminaria com duas lampadas leds de 20 w.

Tabela 4: Custo de uma luminaria Led

Elemento	Valor unitario	Quantidade	Valor total
Luminaria	10,00	1	10,00
Soquete	1,00	4	4,00
Lampada 20 W	43,00	2	86,00
Total			100,00

Fonte: Autor

Para se ter conhecimento da vida media de uma luminaria com lampadas leds, será demonstrado seus respequitivos dados na tabela 5.

Tabela 5 : Vida media util de um luminaria Led

Vida media de uma luminaria Led	35000 horas
Considerando 24 h por dia	1458,3 dias

Fonte: Autor

Para se ter um comparativo se tratando de gastos com o consumo de energia elétrica para lampadas leds em relação as fluorescentes será utilizado um periodo de 8000h, que é o tempo de vida media das lampadas fluorescentes como se demonstra na tabela 6.

Tabela 6: Gastos com consumo de energia elétrica em 8000h para luminária Led

2 lâmpadas	40 W
Preço do kw	RS 0,90
Consumo da lâmpada em 8000 h	320 kw
Gasto com esse consumo	RS 288,00

Fonte: Autor

Utilizando uma luminária com lâmpadas leds no lugar de uma fluorescente, considerando o tempo de vida média de 8000h ( 11 meses ) terá uma economia de:

$$\text{Economia em 11 meses} = 576,00 - 288,00 = 288,00 \text{ reais}$$

Então no cálculo a seguir é possível ver o quanto será economizado por mês utilizando luminária com lâmpadas leds:

$$\text{Economia por mês} = \frac{288,00}{11} = 26,18 \text{ reais}$$

Para se instalar uma luminária com lâmpadas led em relação a uma fluorescente seria necessário um gasto de RS 50,00 a mais, porém levando em consideração o valor economizado por mês ( RS 26,18 ) demonstra que em dois meses já se paga o investimento, pois será economizado RS 52,36, após isto será economizado todo mês os RS 26,00, até o fim de sua vida útil que é quatro vezes mais que a fluorescente.



## 6 CONCLUSÃO

A iluminação por lâmpadas leds vem cada dia mais conquistando seu espaço, pois com a grande ausência de chuva os recursos hídricos brasileiros tem sido extremamente afetados, isto gera grande transtorno na geração e distribuição de energia elétrica no Brasil, já que a maior parte da energia elétrica utilizada pelos brasileiros são geradas através de recursos hídricos. Isto faz com que todos se voltem a produtos com baixo consumo e boa eficiência com o intuito de economizar gastos no pagamento de energia elétrica.

O trabalho proposto conclui que com um investimento a mais em instalações de luminarias com lâmpadas leds é possível se obter um excelente retorno se tratando de aspectos econômicos, pois em pouco tempo de uso a energia economizada pagara o investimento e ainda terá uma grande economia em energia elétrica e também em gastos com trocas de lâmpadas e reatores, já que as lâmpadas leds duram cerca de quatro vezes mais do que as lâmpadas fluorescentes.

## REFERENCIAS

- BALAROTI, materiais de construção. **Lâmpada fluorescente – PHILIPS – PÇ**. 2015. Disponível em <<http://www.balaroti.com.br/Produto/52130/lam->>. Acesso em 23/09/2015
- BERTOLOTI, Dimas. **Iluminação natural em projetos de escolas**: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia. 2007. 144 f. Tese (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- EMPALUX. **Empresa brasileira de importação e distribuição de lâmpadas**. Disponível em: <[www.empalux.com.br](http://www.empalux.com.br)> Acesso em 30/06/2015.
- FREITAS, Luciana. **A era dos LEDs**; Revista Lumière, v. 143, p. 72 - 79, março de 2010. <<http://www.lumiere.com.br/revista/2010/03/pada-fluorescente-28w-s84-t5-philips-pc>>. Acesso em: 10/08/2015.
- PHILIPS. **A solução em economia de energia**: catálogo. São Paulo, 2010. 2 p.
- SALES, R. P. - LED, **O Novo Paradigma da Iluminação Pública** – Dissertação (Mestrado em desenvolvimento de tecnologia) Instituto de Tecnologia do Parana – IEP. Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://sistemas.lactec.org.br/mestrado/dissertacoes/arquivos/RobertoSales.pdf>> Acesso em 23/09/2015.
- SILVA, Lourenço L. F. **Iluminação pública no Brasil**: aspectos energéticos e institucionais. 2006. 172 fl. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- TONZANI, Stefano; **Time to Change the Bulb**; Nature, v. 459, p. 312 - 314, maio de 2009.
- XAVIER, Paulo A. C. **Avaliação das características elétricas de reatores eletrônicos utilizados em lâmpadas fluorescentes tubulares**. 2005. 179 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.