



Lâmpadas LED e lâmpadas fluorescentes compactas – Um estudo de viabilidade.

Aron Longo Michielon¹ – aronmichielon@gmail.com

Isadora Almeida¹ – isadora-almeida@outlook.com

José Henrique Juliani Correia¹ – josé_juliani54@outlook.com

Michael Franklin Apolinario Correa¹ – frank.apolinario@outlook.com

Rogério Ramão Batista¹ – rogerioramao70@gmail.com

Julio Estefano Augusto Rosa Filho¹(Orientador) – julio.estefano@ifpr.edu.br

1 – Instituto Federal do Paraná – IFPR Paranavaí

Resumo: O presente artigo tem como principal objetivo dar aporte para os membros responsáveis pelo setor de infra-estrutura do Instituto Federal do Paraná, campus Paranavaí em referência à importância e viabilidade da troca de lâmpadas fluorescentes por LEDs adequados. Para tanto, foi desenvolvido um estudo comparativo partindo de pesquisas teóricas e práticas com o intuito de observar a dissimilaridade de ambas e identificar a viabilidade da substituição das lâmpadas fluorescentes, presentes atualmente no campus, por lâmpadas LEDs. Por intermédio deste estudo foi possível identificar algumas vantagens que serão notadas na troca, que possibilitará um retorno positivo nos investimentos em um espaço reduzido de tempo.

Palavras-chave: Eficiência Energética; LEDs; Fluorescentes; Fluxo Luminoso.

1. Introdução

Na última década, o setor de iluminação vem passando por significativos avanços tecnológicos, isso atinge em grande escala a área industrial, preocupados com a necessidade de uma maior eficiência energética.

A iluminação é responsável por cerca de 17% de toda a energia consumida no Brasil (MAMEDE, 2010). Frequentemente se discute sobre uma maneira de se consumir menos energia de forma limpa e sustentável, entre essas formas o LED (*light emitting diodes*) que é um componente semicondutor tem alcançado um amplo destaque, principalmente para a utilização em ambientes domésticos, comerciais, industriais e públicos.

Os proveitos trazidos pela utilização desta iluminação são muitos. Uma lâmpada de LED usa menos energia que 25 lâmpadas incandescentes, e do que 2,5 lâmpadas fluorescentes (ROCHA, 2010). Entretanto, um fator negativo é seu alto investimento inicial, o que acaba assustando o consumidor no começo. Porém, o que poucos sabem inclusive alguns profissionais da área, é de que o alto investimento ao adquirir os equipamentos pode ser recompensado em pouco tempo.

Um fator significativo para o estudo é o de que a troca de lâmpadas fluorescentes convencionais por LEDs carrega um enorme peso na área da sustentabilidade. Lâmpadas fluorescentes tornam-se inviáveis quando se analisam questões ambientais e ao seu descarte. No Brasil são consumidas cerca de 100 milhões de lâmpadas fluorescentes por ano. Desse total, 94% são descartadas em aterros sanitários, sem nenhum tipo de tratamento, contaminando o solo e a água com metais pesados (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2006). Em contra partida, os LEDs possuem uma expectativa longa de vida, com cerca de 50 mil horas e em algumas situações, se descartados e recolhidos de forma correta, podem ser reciclados. As fluorescentes possuem apenas 16 mil horas de vida útil, aproximadamente.

Dentro do ponto de vista ambiental, a geração de energia elétrica acaba emitindo CO₂ para a atmosfera. A substituição de cinco milhões de

pontos de iluminação pública por lâmpadas LEDS reduziria 26.907,43 toneladas por ano de CO₂ emitido para a atmosfera (COPPE, 2006).

Tendo em vista o aumento crescente da tarifa de energia elétrica no Brasil, a Instituição de Ensino no qual o artigo está sendo desenvolvido, adotou o início da substituição das lâmpadas fluorescentes convencionais por LEDS e com a mudança houve o questionamento sobre um estudo da viabilidade da modificação.

2. Conceitos

A lâmpada fluorescente é reconhecida por ser uma lâmpada de descarga, seu nome técnico é lâmpada de mercúrio de baixa pressão, sendo mais eficiente e durável do que a anterior, as incandescentes. A produção brasileira é de cerca de 80 milhões de lâmpadas, estando à proporção do número de lâmpadas queimadas e o número de lâmpadas fabricadas em torno de 1:1 (ABILUX, Associação Brasileira de Iluminação).

Já o LED é a sigla de *Light Emitting Diode* que em português significa diodo emissor de luz. Emitem luz por intermédio de eletroluminescência, transfazendo energia elétrica em radiação visível.

Ao se estudar sobre as vantagens da utilização das lâmpadas LEDS um termo que ganha força é da sustentabilidade. Proveniente do latim “sustentare”, significa sustentar, conservar e apoiar. Foca o bem-estar humano e ambiental. Sustentabilidade é a combinação de cinco características básicas: “interdependência, reciclagem, parceria, flexibilidade e diversidade” (CAPRA, 1997).

3. Desenvolvimento

O artigo foi realizado com o estudo de conceitos e termos importantes e a realização de pesquisas, análise e discussão.

Para isso foram utilizadas as lâmpadas de LEDS do modelo T8C e fluorescentes do

modelo T10 como bases de estudos, com maiores especificações na tabela abaixo:

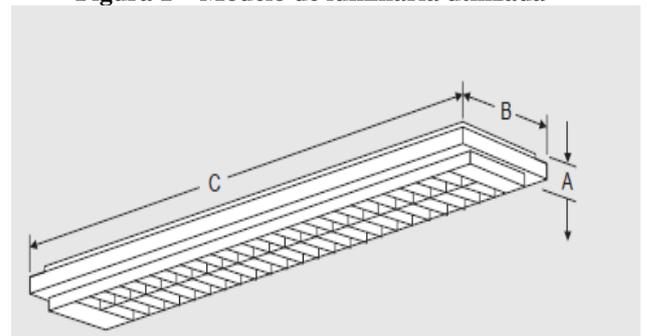
Tabela 1– Comparação das características das lâmpadas

	LEDs	Fluorescentes
Potência (W)	18	40
Lúmens (lm)	1500	2500
Lâmpada (R\$)	16,60	6,80
Reator (R\$)	Não utiliza	20
Luminária (R\$)	105	105
Vida útil (h)	50000	16000
Modelo	T8C	T10
Marca	CTB	EMPALUX
Quantidade	12	24

Fonte: Próprio autor (2017)

O modelo de luminária utilizado foi o da figura a seguir:

Figura 1 – Modelo de luminária utilizada



Fonte: Adaptado OSRAM (2017)

Com A= 7cm;
B= 68cm;
C= 205cm.

Para estudo foi utilizado duas salas de aulas com medidas similares de 7,45cmX8,36cm com a fase de experimentos no período noturno para que a interferência externa tenha sido mínima. Nas salas continha quantidades distintas de lâmpadas, na sala das fluorescentes continha 24 e na de LED, 12.

Alguns conceitos foram estudados e discutidos da seguinte maneira:

3.1. Fluxo luminoso e intensidade luminosa

O fluxo luminoso (Φ) é caracterizado pela potência de energia radiante de uma fonte ao

sensibilizar o olho humano. O lúmen é a unidade de potência de fluxo luminoso e é correspondente a 1/680 W emitidos em um comprimento de onda de 500nm.

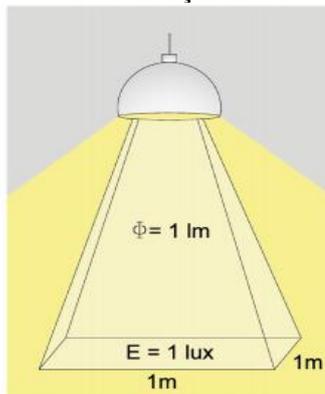
Embora os termos sejam próximos, fluxo luminoso e intensidade luminosa possuem significados distintos, a intensidade luminosa discorre sobre a quantidade do fluxo em relação a uma única direção, sua unidade de medida chama-se candela (cd), procedente do latim que significa vela.

Entender a luz sempre foi um dos desejos do homem, poder mesurá-la, definir potências, poder criar novas possibilidades são premissas constantes e permanentes (BOREAL LED, 2017). E é por meio disso que estudos são transformados em teorias a partir de análises.

3.2 Iluminância e Luminância

A iluminância é o fluxo luminoso que incide em uma superfície por uma unidade de área (m^2). Seu aparelho de medida é conhecido como luxímetro e sua unidade é o lux (lux) .

Figura 2 – Demonstração da iluminância



Fonte: FAU USP

Os valores pertinentes a realização de determinadas tarefas foram tabelados, e no Brasil eles se encontram na NBR 5413.

A norma atualmente em vigor é a NBR ISO 8995-1 de março de 2013, que substitui e cancela a norma NBR 5413 de abril de 1992. A NBR ISO 8995-1 indica que a iluminação na área de trabalho de salas de aula deve ser no mínimo de 200 lux, no máximo de 500 lux

ou um valor intermediário de 300 lux (SEMESP, 2014).

Durante a análise de duas salas de aulas do campus, notou-se que naquela que possuía 24 lâmpada fluorescente de 40W a iluminância média sobre a carteira que possui 80 cm era de 215,4 lux. Valor dentro das normas, porém próximo da mínima. Já ao se observar o ambiente com lâmpadas LEDs de 18W que possuía a metade de lâmpadas, a análise concluiu que a quantidade de iluminância média era de 248,7 lux. Com isso, a conclusão retirada foi de que na questão quantidade, as lâmpadas LEDs necessitam de uma menor quantidade mesmo possuindo uma potência menor.

Em contra partida a luminância refere-se a intensidade que atinge a fonte de estudo podendo ser procedente da reflexão de uma superfície ou de uma fonte de luz. Dada como a relação entre intensidade em uma considerada e a área de onde provém o fluxo luminoso. Utiliza a unidade candela por metro quadrado [cd/m^2].

3.3 Infravermelho (IR) e Ultravioleta (UV)

Ao fazer o estudo desse setor observa-se que cada lâmpada emite diferente quantidade de raios IR e UV, raios esses não visíveis a olho nu e que pode ser prejudicial ao ser humano. Já os LEDs não emitem IR nem UV no fecho luminoso, garantindo assim a qualidade dos objetos iluminados e não contribuindo com a elevação da temperatura ambiente (CLARITEK, 2014).

Nota-se, que na contribuição para a saúde humana a lâmpada LED sai em vantagem, nas lâmpadas observadas constata-se que as fluorescentes emitem uma quantidade maior de UV comparado a raios IR. A substituição proporciona até mesmo a diminuição de doenças como a Leishmaniose e Chagas, já que a ação ultravioleta atrai os insetos.

3.4 Impacto ambiental

Alguns fatores influenciam no estudo dos impactos ambientais causados pela utilização das lâmpadas fluorescentes e dos LEDs. Muitas empresas preocupadas com a degradação ambiental se preocuparam para trabalhar de forma sustentável e em meio à busca de alternativas para isso o LED tornou-se uma tecnologia auspiciosa.

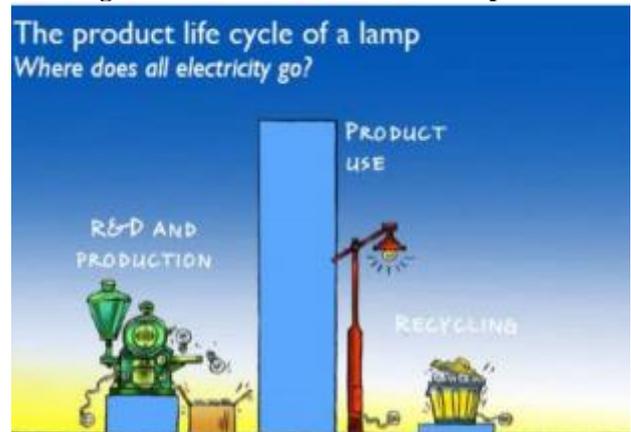
Uma grande parcela do consumo de energia elétrica provém da iluminação assim quantidades imensas de lâmpadas são utilizadas e posteriormente descartadas. No Brasil, 70 milhões de lâmpadas por ano foram descartadas, no período de 2002 a 2008, sendo que apenas 6% das lâmpadas descartadas passam pelo processo de reciclagem, e 8% são destinados para aterros sanitários licenciados, sendo que o restante dos usuários descartam lâmpadas queimadas em lixos comuns. (BRANDÃO; GOMES; AFONSO, 2011; LEELAKULTHANIT, 2014).

Lâmpadas fluorescentes, atualmente, possuem um baixo índice de reciclagem devido o seu custo benefício não ser muito vantajoso, além de que sua produção inclui a inserção de metais pesados.

A vantagem na utilização do LED é de que 98% dos materiais que compõem a lâmpada são recicláveis e ao contrário das fluorescentes não há em seu processo de fabricação a utilização de metais pesados.

As lâmpadas LEDs são recicláveis, porém no Brasil, ainda não há um mercado que lucre com a reciclagem (ECYCLE). Na cidade de Paranavaí onde o estudo foi realizado o processo de descarte e reciclagem não é oferecido pela Prefeitura Municipal, caberá ao Instituto Federal do Paraná após a utilização das lâmpadas a procura de um posto que aceite o descarte para uma futura destinação correta.

Figura 3 – Ciclo de vida de uma lâmpada



Fonte: NOBREGA (2011)

3.5 Eficiência energética (lm/W)

A eficiência energética envolve a relação entre o fluxo luminoso e a potência (lumens/watt). Nessa relação obtém-se que quanto maior a quantidade de lúmens produzidos para cada watt consumido mais eficiente é uma lâmpada.

Tabela 2– Eficiência luminosa das lâmpadas estudadas

Lâmpadas	Eficiência luminosa
Fluorescente	62,5 lm/W
LED	83,3 lm/W

Fonte: Próprio autor (2017)

Eficiência energética é a capacidade de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de iluminação, aquecimento, transporte e outros serviços baseados na energia (US NATIONAL POLICY DEVELOPMENT GROUP, 2001). Através do estudo da tabela acima pode-se perceber que o LED é mais eficiente que a demais lâmpada comparada.

3.6 Durabilidade

A durabilidade é mensurada em horas e normalmente os fabricantes já especificam a vida média das lâmpadas.

Tabela 3 – Durabilidade média das fontes de luz

Tipo	Rendimento (lm/W)	Vida útil (h)
Incandescente	10 a 20	1.000- 6.000
Infravermelha	-	2.000- 5.000
Mista	17 a 25	6.000-8.000
Fluorescente	43 a 84	10.000-16.000
LED	98 a 110	50.000

Fonte: Adaptado de Silva (2009)

Em decorrência da alta durabilidade do LED sua manutenção ocorre com uma pequena frequência, possuindo um baixo nível de descarte o que acarreta uma maior economia.

As lâmpadas de LED duram absurdamente mais do que as incandescentes e de forma satisfatória em relação as fluorescentes. Mesmo após um longo tempo de uso ela sofre pouca alteração no brilho.

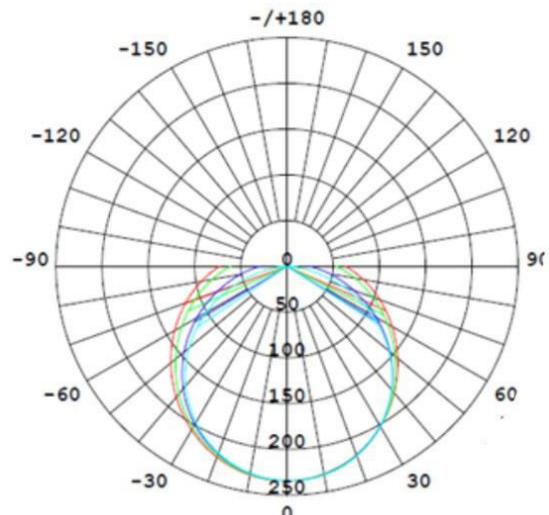
3.7 Viabilidade econômica

No momento, a maior desvantagem dos LEDs em comparação as lâmpadas fluorescentes é o seu elevado custo. Por ser uma tecnologia ainda nova e em processo de amadurecimento ganhará um aumento de popularidade ao decorrer dos anos e seus custos irão decair expressivamente.

3.8 Curva de distribuição luminosa

A distribuição espacial da intensidade luminosa de uma lâmpada refletora ou de uma luminária é definida como a distribuição luminosa na superfície. É conhecida como curva de distribuição luminosa que é apresentada em coordenadas polares (cd/1000 lm) para diferentes planos.

São estas curvas que indicam se a lâmpada ou luminária têm uma distribuição de luz concentrada, difusa, simétrica ou assimétrica de luz com refletor ou de uma luminária, projetado em uma determinada direção. Uma candela é a intensidade luminosa de uma fonte pontual que emite um fluxo luminoso de um lúmen em um ângulo sólido de um esferoradiano.

Figura 4 – Curva de distribuição

Fonte: LEDS SCREENLIGHTS

4. Conclusão da análise

Por fim, o estudo aponta que as trocas de lâmpadas fluorescentes modelo T10 40W por lâmpadas LEDs modelo T8C 18W é algo viável, a tabela a seguir mostra uma última comparação do que foi estudado:

Tabela 4 –Comparativo entre lâmpada convencional de 40W e a LED 18W – 1.200mm

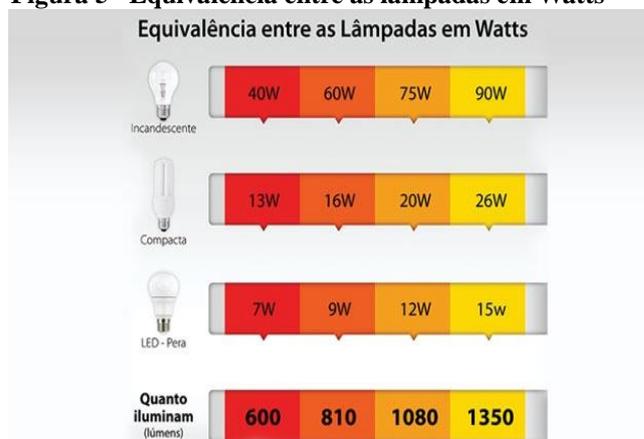
Especificações técnicas	Fluorescente convencional T8	Tubular LED Planet T8
Potência lâmpada (W)	40	18
Potência reator (W)	12	n/a
Consumo total conj. (W)	52	18
Tensão (V)	110 ou 220	
		Bivolt automático
Rendimento luminoso(Lm/W)	80	110
Fluxo luminoso (120 graus) - LED	1.100 Lumens – estimados	1.980 Lumens
Fluxo luminoso (360 graus) – Conv.	3.300 Lumens	~5.490 Lumens
Vida mediana (Horas)	10.000	50.000
Comprimento (mm)	1.200	1.200
Base conexão	G13	G13 + rotativa
Atraí insetos	Sim	Não
Emite radiações UV e IR	Sim	Não
Componentes tóxicos	Sim	Não
Gera calor ambiente	Sim	Não
Resistente uso severo	Não	Sim
Reciclável ou ecológica	Não	Sim

Fonte: Adaptado de Maysapud Greenhalg (1997)

Pode-se perceber também que por mais que nas salas estudadas a quantidade de lâmpadas eram distintas, a quantidade de lâmpadas era de 24 e as de LED apenas 12, porém a última em questão mesmo estando reduzida a metade, não mostrou defasagem em relação a primeira, apresentou uma viabilidade melhor em todos os aspectos analisados.

A indicação para a equipe de infra-estrutura do Instituto Federal do Paraná, campus Paranavaí, no qual o artigo será destinado é de que a lâmpada de LED é altamente viável e que as trocas devem continuar sendo realizadas de acordo com a quantidade do estudo, 12 lâmpadas LEDs do modelo T8C por ambiente com 7,45cmX8,36cm de área total de 62,28 m².

Na figura abaixo é de fácil compreensão de que uma lâmpada LED de baixa potência equivale a uma fluorescente ou incandescente de potência maior, e mesmo assim não apresenta desvantagem considerável na quantidade de iluminação (lúmens):

Figura 5– Equivalência entre as lâmpadas em Watts

Fonte: AVANT



6. Referências bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-5413: norma brasileira para iluminância de interiores.**

AVANT LED. Disponível em <<http://www.avantLED.com.br/2013/images/all/catalogoprodutos/Compacta-Fluorescente-Integrada-Decorativa-Espiral.pdf>>. Acessado em: 02 de novembro de 2017.

BRANDÃO, A.C.; Gomes, L.M.B.; Afonso, J.C. **Educação ambiental: o caso das lâmpadas usadas.** RQI, Rio de Janeiro, p. 17-23.

CAPRA, Fritjof. **A Teia da Vida: uma nova compreensão dos sistemas vivos- Alfabetização Ecológica.** Cultrix -Amana-Key, São Paulo, 1997

CARVALHO, M. T.; LOTTERMANN, M; CRUZ, P. M. F.; AMORIM, V. I.; PELLIZZETTI, M. A.; SCHWEITZER, A. Redução energética com a troca de lâmpadas fluorescentes por LED. **V FICE Feira de Iniciação Científica e Extensão**, set. 2014.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Reciclagem de lâmpadas fluorescentes tem solução brilhante**,2015.

MAMEDE, João Filho. **Instalações elétricas industriais.** 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

OSRAM. **Manual Luminotécnico Prático.** Osasco: São Paulo, 2007.

ROCHA, Danilo. **Sustentabilidade: troque suas lâmpadas.** Disponível em: <<http://esetalmeioambiente.com/sustentabilidade-troque-suas-lampadas>> Acesso em 26 de outubro de 2017.

SILVEIRA, Marcela C. F.; MALDONADO, O. A. A.; CARVALHO, S. G. P.; SILVEIRA, J. L. **Benefícios ambientais e energéticos da utilização da tecnologia LED em Sistema de iluminação pública.** XVIII Congresso Brasileiro de Automática, Mato Grosso do Sul, p. 954-958, 2010.

SOUZA. E. S.; FERREIRA, M. A. S.; CARVALHO, S. S. **Energias Alternativas e Sistemas de Iluminação de Alto Rendimento.** Acesso em 07 de novembro de 2017.

UNICAMP. **Iluminância e cálculo luminotécnico.**