

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PRÉDIO II DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - CAMPUS DE ITABIRA

Resumo: A proposta deste artigo é apresentar um modo de garantir melhor Eficiência Energética do Prédio II (Nikolas Tesla) situado na Universidade Federal de Itajubá - Campus de Itabira, a partir de estudos comparativos entre as lâmpadas fluorescentes tubulares e as lâmpadas de LED tubulares compatíveis. Tendo em vista que a iluminação representa um dos maiores gastos de energia elétrica no prédio, a pesquisa foi desenvolvida pelo método simples o qual abrange os conceitos básicos sobre luminotécnica. A partir dessa concepção, foram coletados os dados sobre as lâmpadas citadas e feito o comparativo, buscando a otimização do consumo de energia elétrica por meio do uso da lâmpada LED, a qual se mostrou mais eficaz, economizando quase a metade dos gastos com a lâmpada fluorescente.

Palavras-chave: Eficiência Energética. Luminotécnica. Estudo Comparativo.

1 INTRODUÇÃO

A iluminação artificial é utilizada desde os primórdios. Os homens primitivos usavam as fogueiras para a iluminação das cavernas onde viviam e, posteriormente, foram desenvolvidos outros meios de iluminação a partir do fogo, como: tochas, castiçais e lampiões. Com o passar do tempo e a chegada da Revolução Industrial, a necessidade de aprimoramento das técnicas de iluminação foram surgindo. Dessa forma, foram criadas as primeiras lâmpadas incandescentes, compostas basicamente por um filamento de carbono de alta resistência em um alto vácuo contido em um bulbo de vidro.

Durante décadas, a lâmpada incandescente foi a mais utilizada na iluminação de casas e na iluminação pública, caindo em desuso após o surgimento das lâmpadas fluorescentes, criadas por Nikola Tesla e introduzidas no mercado em 1938 (HISTÓRIA..., [20--]). Elas são feitas a partir de um sistema de eletrodos, gases inorgânicos e um material revestindo o tubo de vidro. Quando energizadas, geram corrente elétrica que é transformada, principalmente, em luz, o que as tornam mais eficientes em relação às incandescentes, que convertem grande parte da energia em calor.

Em 1962, a primeira lâmpada de LED foi desenvolvida, pelo engenheiro da General Electric, Nick Holonyak Júnior, o qual tornou a transformação da radiação infravermelha em luz visível (na cor vermelha) executável. Mais tarde, foi desenvolvida, também, nas cores amarela e verde, porém, apenas na década de 90, quando a cor azul foi criada pelo japonês Shuji Nakamura, foi possível gerar a lâmpada de LED branca. Por fim, em 1999, as lâmpadas de LED foram lançadas no mercado de iluminação, tornando-se a melhor opção em relação à eficiência energética (A HISTÓRIA..., c2016).

Apesar de a lâmpada LED ter maior custo inicial, ela tem maior durabilidade e maior eficácia, além de ser menos prejudicial ao meio ambiente. Uma das principais desvantagens das lâmpadas fluorescentes é a poluição causada por elas, já que contêm

metais pesados e, ao serem descartadas de maneira indevida, o que acontece frequentemente, contaminam o solo (PADILHA; JUNG; RODRIGUES, 2015).

Neste artigo, será feita uma comparação dos gastos gerados pelas lâmpadas fluorescentes e o que gastaria com as lâmpadas LED no prédio Nikola Tesla, da Universidade Federal de Itajubá – *Campus* de Itabira (Minas Gerais), com intenção de analisar a melhor opção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A eficiência energética é um fator de extrema importância para os sistemas que utilizam alguma forma de energia. De acordo com a modernização, possibilita mais durabilidade, melhor custo benefício e maior eficiência.

Na maioria desses sistemas, existe uma perda de energia para o meio ambiente. Por exemplo: em um sistema de iluminação, as lâmpadas transformam energia elétrica em energia luminosa, mas parte dela se dissipa pela energia térmica ocasionando assim um desperdício energético. Conforme apresentado por Dallabrida, Gonçalves e Piovesan (2015), em uma lâmpada incandescente, aproximadamente, 8% da energia elétrica utilizada se transformam de fato em energia luminosa. Já em uma lâmpada fluorescente, esse número é de 32%, sendo ainda maior quando se fala de lâmpadas de LED.

Outra forma de gasto é o uso desnecessário do sistema, tal como lâmpadas acesas durante o dia ou em salas vazias. Desperdícios como os citados geram um maior consumo de energia e conseqüentemente maior gasto na conta.

Portanto é preciso pensar em meios de evitar que isso aconteça, fazendo uso adequado do sistema e utilizando ferramentas que possam melhorar a eficiência energética. Dessa maneira, faz-se necessário reduzir o gasto mensal de energia elétrica, o que poderá alcançar uma diferença considerável na conta de luz.

2.1 Luminotécnica

Luminotécnica é conhecida como o estudo científico da luz em suas aplicações, levando em considerações aspectos tanto ambientais quanto biofísicos da iluminação. A especificação de luminárias deve garantir uma iluminação ideal e de qualidade, visto que é fundamental atender às necessidades humanas, no que se refere ao desempenho visual, ao conforto visual, à saúde e bem-estar, à segurança e também à estética do ambiente.

Os benefícios da escolha adequada da iluminação refletem até mesmo nos diversos ambientes de trabalho. A utilização de uma iluminação correta, que seja suave e não ofuscante, diminui a fadiga, além do favorecimento do ânimo, o que acarreta a melhoria nas condições oferecidas ao trabalhador (CAVALIN; CERVELIN, 2006).

É possível obter um sistema de luminosidade mais eficiente e confortável, por meio da avaliação de atividades desenvolvidas nos ambientes, ou seja, é necessário que se faça uma análise do perfil das pessoas que as executam e se essas aplicam de maneira correta à norma vigente sobre a iluminação de interiores dos ambientes de trabalho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). A referida norma apresenta dados para a iluminância e para o limite referente ao desconforto por ofuscamento, o índice de reprodução de cor mínimo da fonte para especificar os vários locais de trabalho e tipos de tarefas assim como os parâmetros para criar as condições visuais confortáveis. A fim de representar um balanço razoável de valores recomendados, foram considerados, respeitando os requisitos de segurança, saúde e um desempenho eficiente do trabalho. Os

valores podem ser atingidos com a utilização de soluções energeticamente eficientes. Só assim é plausível que se tenha um projeto ergonomicamente elaborado ademais capaz de facilitar a execução das tarefas.

Para se obter um sistema mais eficiente, é necessário que se analise o fluxo luminoso que é dado pela quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa por segundo cuja grandeza é escrita em lúmens. O lúmen pode ser definido como a potência de energia luminosa de uma fonte percebida pelo olho humano.

De acordo com Luz ([1995?]), as lâmpadas apresentam fluxos luminosos diversos, bem como tipo e potência, a saber:

- lâmpada incandescente de 100 W: 1000 lm;
- lâmpada fluorescente de 40 W: 1700 a 3250 lm;
- lâmpada vapor de mercúrio 250W: 12.700 lm;
- lâmpada multivapor metálico de 250W: 17.000 lm.

Por sua vez, eficiência energética é a relação entre o fluxo luminoso emitido por uma lâmpada e a potência elétrica desta lâmpada como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação entre o fluxo luminoso emitido por uma lâmpada e a potência elétrica desta

	Eficiência Energética	Potência Elétrica
Lâmpada Incandescente	10 lm/W	100 W
Lâmpada Fluorescente	42,5 lm/W a 81,5 lm/W	40 W
Lâmpada Vapor de Mercúrio	50 lm/W	250 W
Lâmpada Vapor Metálico	68 lm/W	250 W
Lâmpada de LED	25,3 lm/W	7 W

Fonte: Autores deste estudo

A iluminância ou iluminamento faz a relação entre o fluxo luminoso que incide na direção perpendicular a uma superfície e a sua área. A unidade é o LUX, definido como o iluminamento de uma superfície de 1m por 2m, recebendo de uma fonte puntiforme a 1m de distância, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído.

Tal como apresentado por Luz ([1995?]), são exemplos de iluminância:

- dia ensolarado de verão em local aberto ≈ 100.000 lux
- dia encoberto de verão ≈ 20.000 lux
- dia escuro de inverno ≈ 3.000 lux
- boa iluminação de rua ≈ 20 a 40 lux

Um projeto luminotécnico é importante, porque, por meio dele, é possível calcular exatamente a quantidade de luminárias e lâmpadas necessárias para cada ambiente de forma a não o deixar muito escuro nem muito claro, garantindo o conforto necessário. Vale ressaltar ainda que, quando se fala em qualidade de projeto, é preciso que se analise o custo-benefício não só com a compra dos materiais, mas também pensando em uma manutenção barata e fácil, sem prejuízos futuros.

Diante disso, não seria viável a escolha de uma lâmpada com menor eficiência luminosa e menor tempo de vida útil, uma vez que faria necessária a utilização de maior

potência em Watts que acarretaria em maior gasto de energia elétrica, e uma troca mais constante do utensílio. Enfim, a função do projeto luminotécnico é entender o que cada ambiente precisa e criar a harmonia necessária para as pessoas que vão conviver nele conciliando conhecimentos sobre iluminação, arquitetura e economia. Além disso, o projeto auxiliará na escolha mais eficaz de lâmpadas levando em consideração a Eficiência Energética, e assim, por meio do conhecimento luminotécnico, optar por lâmpadas com maior grau de eficiência por potência, o que supriria a necessidade de iluminação do local gastando menos energia elétrica.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, serão apresentados os procedimentos realizados neste estudo. Para melhor entendimento das análises, a descrição será feita em três partes: a primeira abordará a análise do atual sistema de iluminação; a segunda parte abordará o projeto luminotécnico; a terceira parte, a simulação do gasto de energia do Prédio II com o uso das lâmpadas LED.

A análise do atual sistema de iluminação foi feita pela contagem de lâmpadas instaladas do Prédio Nikola Tesla e, por meio da análise do tipo e modelo em cada ambiente, obtiveram-se as informações anexadas à Tabela 2. A coleta de dados foi realizada no período vespertino do 2º semestre de 2017, em que todas as salas estavam em funcionamento. Foi necessário ir a todos os ambientes para contagem das lâmpadas devido à alteração em números de luminárias de cada local.

Tabela 2 – Atual sistema de iluminação

Ambiente	Salas, corredores e banheiros	Laboratórios térreos
Lâmpada	Fluorescentes	Fluorescentes
Modelo	TL5 Essencial 14W/840	TL5 Essencial 28W/840 1SL/40
Potência	14W	28W
Base	65	65
Temperatura de cor	4000K (Branco Neutro)	4000K (Branco Neutro)
Fluxo luminoso	1250lm	2600lm
Vida útil	24000h	24000h
Diâmetro	16,0mm	17,0mm
Comprimento	549mm	1163,2mm

Fonte: Autores deste estudo

A partir dos conceitos luminotécnicos, foi feita uma análise da suficiência energética das lâmpadas fluorescentes comparando com a das lâmpadas de LED. Analisou-se a iluminância necessária para os ambientes internos do Prédio Nikola Tesla, e logo depois o fluxo luminoso das duas lâmpadas em questão. Com esses dados, foi possível chegar à potência necessária de acordo com a equivalência de Watts por Lúmens das lâmpadas.

Em relação à simulação do gasto de energia, *a priori* foram analisadas todas as salas (de estudo teórico e prático) do Prédio Nikola Tesla, nos quesitos quantidade de luminárias, quantidade de lâmpadas em cada conjunto de iluminação e quanto tempo elas ficam acesas diariamente. Para chegar a esses resultados, foi preciso analisar o projeto de iluminação do local.

Após a simulação do uso das lâmpadas LED, às fluorescentes que estavam em funcionamento no Prédio II desde a sua inauguração, em dezembro de 2015, obtiveram-se os resultados expostos na Seção 4 deste estudo.

4 RESULTADOS

No intuito de verificar quais lâmpadas apresentam maior custo-benefício, os resultados demonstrados nesta seção não vislumbraram um comparativo a partir do cálculo de *payback* uma vez que seria necessário um tempo maior para realizar tal procedimento. A partir da substituição das lâmpadas fluorescentes por LED, seria evidenciado em quanto tempo haveria retorno do investimento, já que a lâmpada de LED é mais cara.

Mesmo assim, este estudo se justifica, pois projeta informações teórico-conceituais que podem ser utilizadas como base para o desenvolvimento de uma nova pesquisa, que se pautaria, a partir da substituição das lâmpadas fluorescentes por LED, no levantamento dos custos das lâmpadas e mão de obra para adaptações nas luminárias e substituições destas, comparando com o valor economizado na energia.

4.1 Características do atual sistema de iluminação

No levantamento de dados realizado no Prédio Nikola Tesla, consta que o sistema de iluminação atual é composto basicamente por lâmpadas fluorescentes de 14W. As luminárias possuem refletor espelhado de cor cinza, com 4 lâmpadas tubulares de 54,9 cm e são embutidas no forro como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Luminárias do Prédio Nikola Tesla



Fonte: Autores deste estudo

Existem, ainda, lâmpadas fluorescentes de 28W, nos laboratórios térreos, cuja iluminação é feita apenas por esse tipo de lâmpada.

Esse sistema não garante a economia energética desejada, devido ao alto gasto que essa forma de iluminação traz aos seus usuários. A durabilidade dela é menor, a eficiência energética é baixa, além de ter um maior custo em um determinado tempo, comparado a LED. Logo seria, sem dúvidas, mais vantajosa a substituição por outro modelo de lâmpada, por exemplo, a de LED.

4.2 Características do projeto luminotécnico usando LED

As lâmpadas compatíveis, de acordo com a iluminância em relação às lâmpadas fluorescentes de 14W situadas nas salas, corredores e banheiros do Prédio Nikola Tesla, seriam as de LED de 7W, as quais têm fluxo luminoso de 177lm e vida útil de 20.000 horas. Nos laboratórios do térreo, sugere-se o uso de lâmpadas correspondentes a 15 W de potência.

4.3 Redução no consumo de energia elétrica após a substituição

A Tabela 3 tem por finalidade demonstrar a distribuição das lâmpadas no Prédio Nikola Tesla, ou seja, quantas delas têm por andar, sendo assim possível saber a quantidade final de lâmpadas.

Tabela 3 – Distribuição das lâmpadas no Prédio Nikola Tesla

	Salas, corredores e banheiros	Laboratórios
1º andar	932	262
2º andar	1316	--
3º andar	1316	--
4º andar	1768	--
Total dos andares	5332	262
TOTAL Prédio II		5994

Fonte: Autores deste estudo

As lâmpadas fluorescentes usadas nas salas, corredores e banheiros, cuja potência é de 14W, consomem em média 298,6 kWh por dia presumindo a utilização de 8h diárias e utilizando a análise de apenas 50% do gasto, considerando a aleatoriedade da utilização das lâmpadas no decorrer do dia. Sendo assim, após considerar 22 dias úteis por mês, chegou-se ao resultado de 6.569,0 kWh gastos mensalmente, o que permite observar um elevado gasto de energia. As lâmpadas LED sugeridas, usadas nas mesmas condições, consumiriam em média 149,3 kWh por dia, e 3.284,5 kWh por mês. Dessa forma, comparando com os dados obtidos com as duas lâmpadas, conclui-se que haveria uma redução de 50% dos gastos de energia elétrica utilizada na iluminação dos lugares correspondentes, caso a lâmpada LED fosse usada.

As lâmpadas fluorescentes usadas nos laboratórios do térreo, cuja potência é de 28 W, consomem em média 29,3 kWh por dia, e 645,6 kWh mensalmente, o que deixa notório o alto gasto. Já as lâmpadas de LED, de potência 15W, consumiriam em média 15,7 kWh por dia, e 345,8 kWh mensalmente. Sendo assim, pela comparação dos dados citados anteriormente na análise das duas lâmpadas, pode-se concluir que o uso das lâmpadas LED provocaria uma redução de 299,7 kWh mensais na energia gasta com iluminação nos laboratórios do térreo.

Em vista disso, o consumo total gasto com lâmpadas no prédio é de aproximadamente 7.214,6 kWh mensais; já com as lâmpadas LED, esse gasto reduziria a 3.630,4 kWh, obtendo uma diferença total de 3.584,2 kWh, ou seja, quase o mesmo valor que a lâmpada LED gastaria de diferença. Posteriormente, analisou-se a tarifa cobrada pela companhia elétrica considerando os Horários de Ponta (HP) e os Horários Fora de Ponta (HFP), como mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 – Gasto mensal de kWh no Prédio Nikola Tesla

	HP	HFP
kWh / por mês	901,8 kWh	6.312,8 kWh
Preço da tarifa	R\$ 1,38758519	R\$ 0,36946842
Total	R\$ 1.251,35	R\$ 2.332,36
Total pago	R\$ 3.583,71	

Fonte: Autores deste estudo

Com base nos dados expostos na Tabela 4, chegou-se à quantia de aproximadamente R\$3.583,71 por mês usando as lâmpadas fluorescentes, e de R\$1.803,30 mensais usando as lâmpadas LED, conforme comparação apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparativo do gasto total entre lâmpadas Fluorescentes e LED

	Fluorescente		LED	
	HP	HFP	HP	HFP
Consumo	901,8 kWh	6.312,8 kWh	453,8 kWh	3.176,6 kWh
Valor	R\$1.251,35	R\$2.332,36	R\$ 629,67	R\$ 1.173,63
Total	R\$ 3.583,71		R\$ 1.803,30	

Fonte: Autores deste estudo

A partir desses dados, foi possível obter a diferença de R\$1.780,41 em relação ao gasto financeiro com a energia elétrica utilizada na iluminação do Prédio Nikola Tesla, permitindo concluir que a lâmpada LED economiza quase a metade do gasto com a lâmpada fluorescente. Dessa maneira, a adoção de medidas de economia de energia gasta neste setor se faz necessária para a redução de gastos financeiros e de consumo de energia elétrica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste estudo foi o de apresentar uma alternativa para o alto gasto de energia com a iluminação, sugerindo o uso de lâmpadas mais eficientes. Analisar a eficiência energética em uma universidade traz muitos benefícios, já que se trata de um item de suma importância. Após essa pesquisa, foi comprovado que o melhor atendimento às necessidades encontradas para diminuir gastos quanto à iluminação da Unifei, foi a lâmpada de LED, visto que, apesar de ela ter maior custo, possui maior durabilidade e eficácia.

A partir dos estudos realizados sobre eficiência energética, foi concluído que, com a redução mensal do gasto de energia elétrica, pode-se alcançar uma diferença considerável na conta de luz e tal fator traz consequências positivas, uma vez que, com essa suposta redução, seria possível investir mais arduamente em outros setores da Universidade além de a conscientização que isso levaria a funcionários e alunos do local.

Apesar da satisfação nos resultados existem, sempre, oportunidades de melhorias que devem ser identificadas, estudadas e exploradas no sentido de aperfeiçoar as técnicas já existentes. Nesse caso, um exemplo pode ser uma pesquisa realizada também nos outros prédios da universidade e a implementação de mais fiscalização para manter o mínimo

possível de lâmpadas acesas em horários, desnecessários, por exemplo, em dias com tardes ensolaradas, que na maior parte das vezes não precisa do uso da iluminação elétrica.

Para o futuro, almeja-se, além do progresso da implementação da lâmpada de LED, o sazonalização de ações introduzidas com o painel de eficiência energética.

REFERÊNCIAS

A HISTÓRIA do LED: como surgiu essa iluminação revolucionária. **Elite LED**, Boa vista, c2016. Disponível em: <<https://eliteled.com.br/nascimento-do-led/>>. Acesso em: 2 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho: Parte 1: Interior**. São Paulo: ABNT, 2013.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações Elétricas Prediais**. 14. ed. São Paulo: Ed. Érica, 2006.

DALLABRIDA, Emanuel Cristiano; GONÇALVES, Claudia Maria; PIOVESAN, Tenile Rieger. Análise comparativa da eficiência energética em lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LED. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 23., 2015, Ijuí. **Anais...** Ijuí: Unijuí, 2015. Não paginado. Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/viewFile/4990/4176>>. Acesso em: 31 out. 2017.

HISTÓRIA da Evolução da Lâmpada. **Vilux**, Serra, [20--]. Disponível em: <http://www.vilux.com.br/ver_noticias.asp?codigo=143>. Acesso em: 2 nov. 2017.

LUZ, Jeanine Marchiori da. **Luminotécnica**. Campinas: Laboratório de Iluminação, [1995?]. Apostila do Curso de Engenharia Elétrica. Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/Luminotecnica.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2017.

PADILHA, Marina; JUNG, Felipe; RODRIGUES, Ernande. Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes e LED aplicado no IFC – Campus Luzerna. In: MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR, 8., 2015, Santa Rosa do Sul. **Anais...** Santa Rosa do Sul: IFC, 2015. Não paginado. Disponível em: <<http://eventos.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/5/2015/10/ESTUDO-COMPARATIVO-ENTRE-L%82MPADAS-FLUORESCENTES-E-LED-APLICADO-NO-IFC-%E2%80%93-CAMPUS-LUZERNA.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2017.

ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING II OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF ITAJUBÁ CAMPUS DE ITABIRA

Abstract: *The purpose of this paper is to improve the energy efficiency of Building II (Nikolas Tesla) located at the Itabira Campus of the Federal University of Itajubá. For this, comparative studies will be carried out between tubular fluorescent lamps and compatible tubular LED lamps. Considering that lighting represents one of the largest expenditures of electrical energy in the building, the research will be developed using a simple method which covers the basic concepts of lighting technology. From this conception, the data of the cited lamps were collected and compared, seeking to optimize the consumption of electric energy through the use of LED lamps, which has proven to be most effective, reducing almost half of the cost of the fluorescent lamps.*

Key-words: *Lamps. Energy efficiency. LED. Fluorescent.*