



**VII SINGEP**

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade  
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

## **UTILIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO LED COMO FERRAMENTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE ENSINO FUNDAMENTAL DA CIDADE DE SÃO PAULO**

**RAFAEL ALEXANDRE N PURIFICACAO**  
UNINOVE

Gostaria de fazer um agradecimento especial a minha orientadora Profa. Dr. Cláudia Terezinha Kniess e por fim, gostaria de agradecer ao órgão de fomento à pesquisa CNPq.



## **UTILIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO LED COMO FERRAMENTA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCOLAS MUNICIPAIS DE ENSINO FUNDAMENTAL DA CIDADE DE SÃO PAULO**

### **Resumo**

Um sistema de iluminação que tenha eficiência energética deve atender aos níveis adequados de iluminância de modo a garantir nos ambientes internos da edificação o desempenho das atividades por seus usuários em condições de conforto. Este trabalho de pesquisa objetiva verificar como o uso da iluminação a LED busca contribuir para a redução do consumo de energia e a conseqüentemente o aumento da eficiência energética nas escolas municipais da Cidade de São Paulo. O presente relato utiliza-se da pesquisa de natureza exploratória e da análise de um projeto luminotécnico de uma sala de aula padrão de uma escola municipal de São Paulo. Com o auxílio do software DIALux foi realizada uma simulação computacional para uma sala de aula, como resultado foram identificadas que a substituição das lâmpadas fluorescente pelas lâmpadas LED implicou na redução do consumo de energia no sistema de iluminação. Evidenciaram-se vantagens na utilização de lâmpadas LEDs considerando os parâmetros de vida útil, curvas de iluminância, curva de intensidade luminosa e potência.

**Palavras-chave:** eficiência energética; iluminância; LED; prédios públicos.

### **Abstract**

Energy efficient lighting system must meet adequate levels of illuminance in order to ensure the performance of the activities in comfort conditions inside of the building. This research aims to verify how the use of LED lighting seeks to contribute to the reduction of energy consumption and consequently the increase of energy efficiency in the municipal schools of the São Paulo city. The present report is based on the research of an exploratory nature and the analysis of a lighting project of a standard classroom of a municipal school in São Paulo. Using DIALux software was performed a computational simulation to verify the lighting distribution, as a result was identified that the substitution of fluorescent lamp by LED lamp implied in the reduction of energy consumption in the lighting system. It was noted advantages in using LED lamps considering the parameters of useful life, illuminance curves, light intensity curve and power.

**Keywords:** energy efficiency; illuminance; LED; public buildings.



## 1 Introdução

A questão da eficiência energética e o uso consciente da energia ganharam importância a partir da crise do petróleo na década de 70, com a diminuição da oferta de petróleo no mercado internacional, houve elevação do custo da energia e ficou evidente que a era da energia disponível e barata tinha chegado ao fim (Empresa Brasileira de Pesquisa Energética, 2007).

O conceito de eficiência energética pode ser caracterizado como 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).

O perfil de consumo de prédios públicos no Brasil demonstra que 24% de toda a energia consumida pela edificação é utilizada para a iluminação, 48% com sistemas de ar condicionado, equipamentos de escritórios com 15% e elevadores e bombas com 13% (Corcuera, 2010).

Segundo o Balanço de Energia Nacional [BEN] (2017), o consumo total de energia elétrica no país foi de 460 TWh, em 2016. O consumo de energia elétrica relativo aos Prédios Públicos em 2016 foi de aproximadamente 13 TWh. Desta forma, os Prédios Públicos contribuíram com 2,8% do consumo total de energia elétrica no país.

A iluminação artificial é essencial para o funcionamento dos prédios públicos, permite a realização do trabalho nos períodos em que a luz natural não atinge os índices mínimos de iluminação. Um sistema de iluminação que tenha eficiência energética deve atender aos níveis adequados de iluminância de modo a garantir nos ambientes internos da edificação o desempenho das atividades por seus usuários em condições de conforto (Barros, Borelli, Gedra, 2010).

No intuito de adotar medidas de eficiência energética em prédios públicos, a Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras [SIURB] da Cidade de São Paulo lançou o Manual de Sustentabilidade para Edificações Públicas, atendendo a meta de desenvolvimento urbano e meio ambiente. O Manual contém as diretrizes e parâmetros sustentáveis que serão referência para os novos projetos de edifícios municipais. A concepção do manual atende a meta 33, do Programa de Metas da cidade de São Paulo 2017/2020 [PM] (2017). Esta meta tem como objetivo o desenvolvimento de um padrão de edificações de próprios públicos com dispositivos de eficiência energética no uso dos equipamentos elétricos, sistema de iluminação, sistema de ar condicionado, microgeração e minigeração fotovoltaica, além do uso racional da água, com o reaproveitamento das águas de chuva e a instalação dos coletores solares para aquecimentos de água por meio da energia solar.

O Programa de Metas da cidade de São Paulo 2017/2020 tem como objetivo implantar um novo padrão de uso racional da água e eficiência energética em 100% dos novos projetos de edificações.

A operação de edifícios (residenciais, comerciais e públicos) é responsável por aproximadamente 18% de todo o consumo brasileiro de energia e 50% do consumo de energia elétrica, a maior parte advinda dos sistemas de climatização e iluminação artificial. (Abreu, 2012). Nas edificações já existentes, que não foram concebidas sob princípios sustentáveis, é possível racionalizar o consumo de energia adotando soluções viáveis em termos de eficiência energética.

Sistemas de iluminação artificiais mais eficientes que utilizam a iluminação a LED apresentam vantagens como: aplicação variada e flexibilidade, devido às formas e dimensões reduzidas; acionamento instantâneo; durabilidade e longa vida útil, permitindo menores custos de reposição; alta eficiência luminosa (são fontes de luz pontuais, com perda menor do que as lâmpadas fluorescentes); variedade e controle de cores; variação da temperatura de cor; pouca dissipação de calor; e maior robustez e melhor rendimento em relação à iluminação



convencional. Quanto à sustentabilidade ambiental, são energeticamente eficientes e propiciam baixo consumo de energia, com economia de até 80% na comparação com outras tecnologias (Freitas, 2010).

Neste contexto este trabalho busca responder a seguinte questão de pesquisa: como o uso da iluminação a LED pode contribuir para a redução do consumo de energia e consequentemente o aumento da eficiência energética nas escolas municipais da Cidade de São Paulo? Para tal, o objetivo deste relato é identificar como o uso da iluminação a LED pode contribuir para a redução do consumo de energia no sistema de iluminação de escolas municipais de Ensino Fundamental de São Paulo.

## **2 Referencial Teórico**

Nesta sessão será abordado os conceitos de eficiência energética de acordo com importantes associações brasileiras e agências internacionais de energia, explicando o sistema de iluminação LED para entendimento da tecnologia e como sua implantação influencia na eficiência luminosa em ambientes prediais públicos.

### **2.1 Eficiência Energética**

Eficiência energética é dada como a relação entre o desempenho e o consumo de um determinado equipamento ou sistema que necessite de energia elétrica para o seu funcionamento. De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia [ABESCO] (2018), a eficiência energética pode ser entendida como a medida entre a parcela de energia utilizada em uma tarefa e aquela disponibilizada para a sua realização.

Para a International Energy Agency (IEA, 2007), a eficiência energética descreve a obtenção de serviços energéticos, com calor, transporte, produção, por unidade de energia utilizada, como eletricidade, ou gás natural. Segundo o Plano Nacional de Eficiência Energética [PNEF], divulgado pelo Ministério de Minas e Energia MME (2011, p.1) eficiência energética é definida como:

Ações de diversas naturezas que culminam na redução de energia necessária para atender as demandas da sociedade por serviços de energia sob a forma de luz, calor/frio, acionamento, transportes e uso de processos. Objetiva, em síntese, atender às necessidades da economia com menor uso de energia primária e, portanto, menor impacto da natureza.  
(MME, 2011, p.1).

Conforme (Hordeski, 2005), a eficiência energética diz respeito à capacidade dos equipamentos que funcionam em ciclos ou que alcançam os resultados esperados.

No início da década de 70, as questões sobre a eficiência energética e as questões globais sobre preservação ambiental começam a ocuparem um lugar de destaque nas políticas públicas internacionais, diante da crise da indústria petrolífera mundial, aparecem as correntes



de pensamento que defendia ações de prevenção às condições climáticas Empresas de Pesquisa Energética [EPE] (2012b).

No Brasil as políticas públicas sobre eficiência energética tiveram início em 1985 com a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), destinado a promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. (Souza *et al.*, 2009). Este programa constituiu-se em um marco na política nacional de eficiência energética, que teve início na década de 2000, quando o país passou por uma crise de abastecimento motivada pela escassez de chuvas e diminuição dos níveis de água nos reservatórios das hidrelétricas. Em 2001 foi publicado o marco legal na área de eficiência energética no país, a Lei n. 10.295 (2001), a qual lançou a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Esta lei estabeleceu a existência de níveis mínimos de eficiência energética de máquinas, aparelhos e equipamentos elétricos fabricados e comercializados e das edificações construídas no país.

No Plano Nacional de Energia 2030, PNE 2030 (MME, 2007), é apresentado o potencial de aplicação de medidas de eficiência energética no Brasil, sendo um importante subsídio para a elaboração dos estudos de curto e médio prazo, como os planos decenais de expansão de energia.

O Plano Nacional de Energia 2030 (EPE, 2007) foi o primeiro planejamento de longo prazo de energia editado e publicado pela Empresa de Pesquisa Energética/EPE sendo a principal ferramenta de planejamento de longo prazo à disposição dos gestores públicos e privados do setor.

O documento aborda diferentes cenários de evolução do setor energético e discute o setor elétrico em um capítulo específico, independente das fontes utilizadas.

Nessa abordagem, há uma retrospectiva do cenário energético nacional em comparação com o que se prospecta para 2030.

Santos e Souza (2011), ao sistematizar análise dos principais procedimentos e conteúdo do PNE 2030, identifica uma estrutura de planejamento forte em modelos econômicos, porém, fraca em modelos ecológicos, de forma que, sob o discurso da definição de uma estratégia de expansão da oferta de energia, na visão de desenvolvimento sustentável do país, o PNE 2030, não insere a variável ambiental no processo decisório (MME, 2012).

## 2.2 Sistema de Iluminação LED

Um sistema de iluminação eficiente deve considerar o ambiente a ser iluminado, a atividade a ser desenvolvida, os índices de iluminação de acordo com a norma, a uniformidade da luz, a temperatura da cor, o tipo de lâmpada que será utilizado no projeto, seu consumo, além da sua vida útil são critérios importantes que devemos considerar (Barros, Borelli, Gedra, 2010).

Em busca por lâmpadas mais eficientes e da redução dos gastos em energia, surgiu à descoberta do diodo emissor de luz, [LED] *Light Emitting Diode*, dispositivos semicondutores que surgiram no ano de 1963 por meio da invenção de Nick Holonyac na cor vermelha, com baixa intensidade luminosa. Somente na década de 90, surgiu o LED na cor branca. A tecnologia LED possui um aspecto importante que se refere à relação da energia aplicada (*watts*) e a quantidade de luz emitida (lumens), conhecido como fluxo luminoso emitido pelo LED (Freitas, 2010).

O fluxo luminoso é a quantidade de energia produzida por uma fonte luminosa, ou seja, é a potência emitida pela lâmpada por segundo em todas as direções. O fluxo luminoso é



medido em lúmens (lm) (Rodrigues, 2002). A eficiência luminosa poderá ser medida pela relação lúmens por watt (lm/W).

Iluminância ou iluminamento é a relação entre o fluxo luminoso incidente em uma superfície, ou seja, é a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual este incide. A unidade é o LUX, definido como o iluminamento de uma superfície de 1 m<sup>2</sup> recebendo de uma fonte puntiforme a 1 m de distância, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído (Moreira, 2001).

As curvas fotométricas referem-se à curva de qualquer grandeza fotométrica: curva de iluminância, curva de intensidade luminosa, curva isolux, entre outras (Jesus, 2012).

A curva de intensidade luminosa nos mostra como é distribuída a luz de uma fonte luminosa em diversas direções do espaço. Já a curva isolux é aquela que possui nos pontos do plano a mesma iluminância (Jesus, 2012).

Um dado importante na especificação dos sistemas de iluminação é a vida dos equipamentos, que pode ser classificado de três maneiras: vida útil, vida mediana e vida média. Quanto maior a vida de uma lâmpada, maior a sua eficiência, pois implica em menos custo de manutenção. A vida útil de uma lâmpada é definida como o tempo em horas após a depreciação de 70% do fluxo luminoso inicial. A vida mediana considera o tempo de funcionamento de 50%. Já a vida média calcula a média aritmética do tempo de cada lâmpada ensaiada. Todas as grandezas são medidas em horas (Silva, 2004)

### **2.3 Eficiência Energética em Prédios Públicos**

A utilização da energia elétrica nos edifícios públicos está associada aos padrões tecnológicos e de eficiência energética dos sistemas e equipamentos elétricos, a arquitetura, as atividades exercidas no ambiente de trabalho e ao comportamento, grau de consciência e uso racional da energia (Magalhães, 2001).

Ações como essa trazem ganhos a sociedade resultando em menor consumo e gasto com energia por meio da introdução de inovações tecnológicas e educação ambiental. Para incentivar tais inovações foram criados programas federais para alterar o cenário atual de alto desperdício de energia como o PROCEL EPP e PROCEL EDIFICA.

#### **2.3.1 PROCEL EPP**

O Programa de Eficiência Energética em Prédios Públicos [EPP] foi criado em 1997 pela ELETROBRAS/PROCEL como o objetivo de promover a eficiência energética nos prédios públicos nos níveis federal, estadual e municipal. Visando o engajamento de gestores e servidores no combate sistemático ao desperdício de energia elétrica. (Eletrobras/Procel, 2008). Este programa tem como objetivo diminuir os gastos dos prédios públicos por meio da redução do consumo e da demanda de energia elétrica adota como estratégica a substituição de equipamentos elétricos e sistema de iluminação obsoleto por tecnologias mais eficientes (BEN, 2017).

#### **2.3.2 PROCEL EDIFICA**



Tem por objetivo desenvolver atividades e estimular a aplicação dos conceitos de eficiência energética em edificações foi criado em 2003, o Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações – [EDIFICA], promove ações do uso eficiente da energia em residências, comércios e prédios públicos. (Procel, 2016). Estima-se que o potencial de redução do consumo em edificações seja de aproximadamente 35% com a implementação de ações de eficiência energética nos sistemas de iluminação, ar condicionado e intervenções arquitetônicas na fachada das edificações existentes. Este percentual pode chegar a 50% em edificações novas (Scalco *et al.*,2014).

### **2.3.3 ETIQUETA NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA**

Em 04 de junho de 2014 o Governo Federal publicou a Instrução Normativa n.2, que dispõe sobre a obrigatoriedade no cumprimento de regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, construção e reforma, além dos projetos de novas edificações devem ser contratados visando obter a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia [ENCE]. A [ENCE] é o selo de conformidade que evidencia o atendimento a requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamento técnico e, em alguns casos, adicionalmente, também de segurança. Tem como principal informação a eficiência energética do produto cujo desempenho foi avaliado. A etiquetagem das edificações possibilita o conhecimento da classe de eficiência energética das edificações. Sua utilização auxilia na busca e garantia de edificações mais eficientes possibilitando o crescimento econômico do país com controle do crescimento do consumo de energia. A exceção aplica-se para edificações com até 500 m<sup>2</sup> de área construída. O processo de etiquetagem é composto de duas etapas consecutivas, inspeção do projeto e inspeção da obra construída. A inspeção de projeto pode ser feita segundo dois métodos: prescritivo e simulação termoenergética, enquanto a inspeção da edificação construída deve ser feita através da inspeção amostral no local.



### **3 Metodologia**

O presente relato baseia-se na pesquisa de natureza exploratória. Com relação à pesquisa exploratória, Gil (2008) ressalta que esta envolve o levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica consiste na revisão da literatura e análise de documentos a fim de se buscar a base teórica para o conhecimento (Vergara, 1998; Martins & Theóphilo, 2009).

#### **3.1 Coleta de Dados**

Para este estudo será utilizada uma sala de aula padrão de uma escola municipal da Cidade de São Paulo por ser um prédio público com as características padrões do projeto em estudo. As dimensões do ambiente estudado são: área igual a 50 m<sup>2</sup>, largura de 7m, comprimento de 7m e pé direito de 3m. Serão coletados os dados referentes à iluminância, curvas fotométricas, vida útil, potência das lâmpadas fluorescente e das lâmpadas LED.

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de poder contribuir para implantação de práticas da eficiência energética nas Escolas Municipais de Ensino Fundamental de São Paulo.

#### **3.2 Simulação**

Para a simulação do projeto foi criada uma sala de aula padrão no software DIALux, que nos permite simular as condições reais de iluminação dentro e fora do ambiente. Possibilita calcular os índices de iluminação recomendado para salas de aula noturna que são de 500 lux de acordo com a norma NBR 8995 (2013) e verificar os dados técnicos como potência da lâmpada, iluminância e curvas fotométricas.

O DIALux é atualmente um dos softwares de simulação mais populares do mundo. Desenvolvido na Alemanha, está disponível em 26 idiomas. É um software gratuito, que permite ao projetista uma grande variedade de escolha de luminárias, além de variedades de cenários. O DIALux possibilita o cálculo da iluminação natural e artificial, ele é capaz de simular ambientes externos e internos. Em linhas gerais o software auxilia na visualização e previsão da iluminação no ambiente do projeto. O DIALux permite a simulação computacional e viabiliza estudos qualitativos e quantitativos da iluminação no projeto luminotécnico.

#### **3.3 Análise dos dados**

O método para análise dos dados coletados será qualitativo, mediante a estruturação e comparação da curva de intensidade luminosa e de iluminância para atingir o índice mínimo de 500 lux para uma sala de aula conforme exigido pela norma NBR 8995:2013 (Vergara,1998; Collis, 2005; Cooper e Schindler, 2003).



## 4 Resultados e Discussão

Nesta sessão serão apresentados os resultados da curva de intensidade luminosa, curva de isolux, tabela de custos, tabela comparativa entre os parâmetros técnicos as lâmpadas LED e lâmpadas fluorescente juntamente com uma interpretação e discussão dos dados obtidos para poder alcançar uma conclusão deste projeto.

### 4.1 Curva de intensidade luminosa

Foram simulados dois ambientes para caracterização de uma sala de aula com lâmpadas fluorescentes e outra com lâmpadas de LEDs. Na figura 1 simulou-se uma sala de aula com 18 lâmpadas fluorescentes do tipo T8, cada lâmpada com potência de 36 W, com uma potência total por sala de 648W. Obteve-se a curva de intensidade luminosa de cada lâmpada.

Na figura 2 simulou-se uma sala com 30 lâmpadas de LEDs do tipo T8, cada lâmpada com potência de 18 W, com uma potência total por sala de 540W. Obteve-se a curva de intensidade luminosa de cada lâmpada.

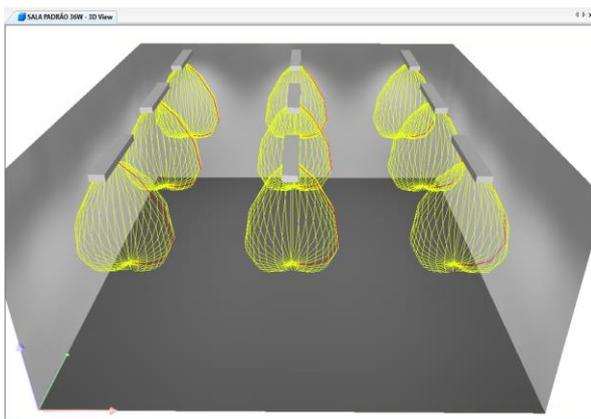


Figura 1 - Simulação DIALux Lâmpada Fluorescente 36W  
Fonte: Elaborado pelos autores no DIALux, 2018.

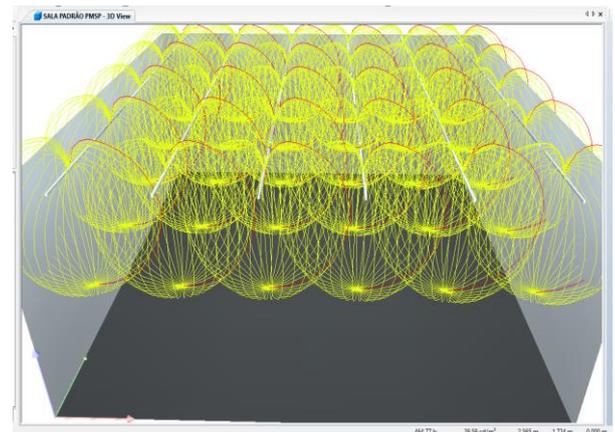


Figura 2 - Simulação DIALux- Lâmpada Led 18W  
Fonte: Elaborado pelos autores no DIALux, 2018

### 4.2 Curva de Isolux

Mantendo os mesmos dois ambientes simulados que foram citados anteriormente foi possível obter a curva de isolux para avaliar o atingimento do índice mínimo requerido em um ambiente.

Na figura 3 temos a representação das curvas de iluminância com iluminância média de 506 lux na sala de aula com as lâmpadas fluorescentes.

Na figura 4 temos a representação das curvas de iluminância com iluminância média de 536 lux na sala de aula com as lâmpadas LEDs.

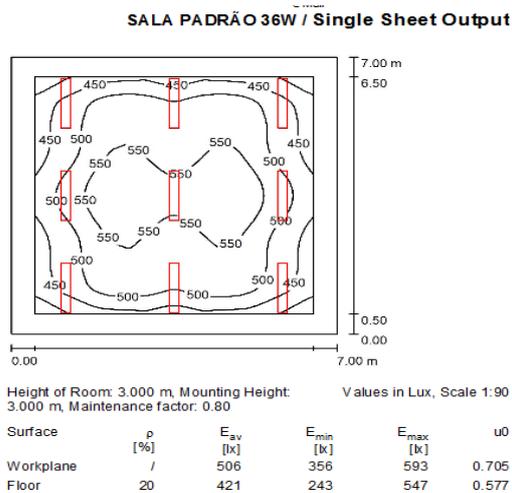


Figura 3 - Simulação DIALux Lâmpada Fluorescente 36W  
 Fonte: Elaborado pelos autores no DIALux, 2018

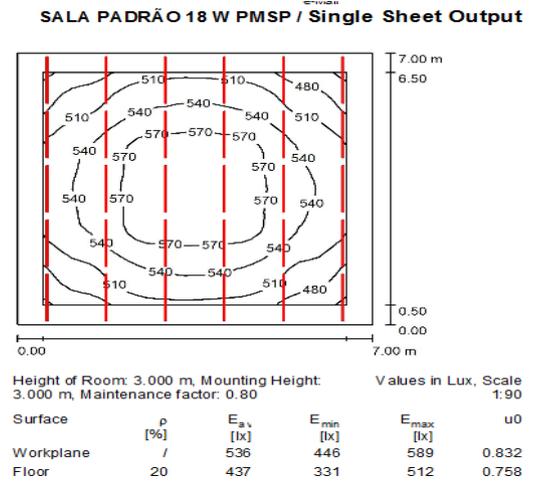


Figura 4 - Simulação DIALux- Lâmpada Led 18W  
 Fonte: Elaborado pelos autores no DIALux, 2018

### 4.3 Aspectos comparativos ( custos e técnicos) entre instalação de luminárias para lâmpadas fluorescentes e para lâmpadas tipo LED.

A seguir apresentamos a tabela 1 referente aos custos e a tabela 2 parâmetros técnicos

Tabela 1

#### Composição de custos unitários para instalação de luminárias.

Item	Descrição	Qtde	Preço Unit R\$	Preço Tot R\$
09-09-51	Luminária comercial de sobrepor com difusor transparente ou fosco para 2 lâmpadas tubulares de LED 18/20 W - completa	1,00		291,44
09.09.75	Luminária industrial – 2 lâmpadas fluorescentes 36/40W - completa	1,00		168,62

Nota.Fonte: Adaptado de SIURB (2018).

Custo da fluorescente=  $9 \times 168,62 = R\$1517,58$

Custo da led=  $15 \times 291,44 = R\$ 4.371,6,3$

Potencia total fluorescente=  $18 \times 36 = 648W$

Potencia total led=  $30 \times 18 = 540 W$



Tabela 2

**Parâmetros Técnicos**

	Fluorescente	Led
Potência	36W	18W
Vida mediana	16000 h	40000h
Temperatura de cor	4000k ou 6500k	4000k ou 6500k
Fluxo Luminoso	2500lm	1600lm
Abertura de fecho	-	140°
Modelo	T8	T8

Nota.Fonte: Adaptado de Philips (2018).

#### 4.4 Discussão dos resultados

Comparar que a lâmpada de LED mesmo utilizando um consumo menor de energia, pode obter com a uma iluminação com maior iluminância por suas características isométricas, maior ângulo de abertura e maior quantidade de unidades em uma mesma área quando comparado com a fluorescente. Apresentando uma distribuição uniforme no ambiente, o que não se verifica na lâmpada fluorescente devido sua maior diretividade.

O fluxo luminoso é a quantidade de energia produzida por uma fonte luminosa, ou seja, é a potência emitida pela lâmpada por segundo em todas as direções. O fluxo luminoso é medido em lúmens (lm). O fluxo luminoso da lâmpada fluorescente 2500lm é maior que o fluxo luminoso da lâmpada led 1600lm. Por esta razão a quantidade de lâmpadas e luminárias na simulação da tecnologias LED é maior que a quantidade de lampadas fluorescente.

Com adoção de luminárias para lâmpadas LED, dada a sua eficiência energética, teremos uma diminuição da potência instada, o que acarretará menores gastos com a infraestrutura elétrica ( cabos, eletrodutos, disjuntores, quadros elétricos, caixa de passagem etc), além de uma maior vida útil, gerando menores custos de manutenção.



### **Considerações finais**

Neste estudo evidenciaram-se as vantagens das lâmpadas LEDs em relação das lâmpadas fluorescentes considerando os parâmetros de vida útil, curvas de iluminância, curva de intensidade luminosa e potência. A utilização da tecnologia LED irá proporcionar a redução dos custos de energia elétrica referentes ao consumo com a iluminação das salas de aula.

Levando em consideração que a durabilidade das lâmpadas fluorescentes é de 8 mil horas ou vida útil de 1 ano, e durabilidade das lâmpadas LED de 25 mil horas ou vida útil de 3 anos, pode-se afirmar que as lâmpadas LEDs possuem mais que o triplo da vida útil que as fluorescentes. Apesar do maior custo inicial de implantação de lâmpadas LED, pode-se verificar que a troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LEDs reduziria custos relacionados a trocas e manutenção das lâmpadas fluorescentes, além do menor consumo de energia verificado neste projeto, evidenciando a vantagem e a economia da substituição se for analisado cenários de longo prazo. Também por estes motivos, pode-se dizer que quanto mais tempo as lâmpadas ficam ligadas por dia, mais rápido é o retorno do investimento se a instalação for feita com lâmpadas de LED. Com isso, este projeto conclui que é vantajosa a substituição das lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T8 36W por lâmpadas LED T8 18W. Em relação a sustentabilidade ambiental a lâmpada LED apresenta vantagens em relação a sua composição não possuem filamentos metálicos, mercúrio ou substâncias tóxicas na composição, a lâmpada de LED não emite poluentes ao meio ambiente e ainda pode ser reciclada. O fato de gerar economia elétrica também classifica a lâmpada de LED como um produto sustentável. Como ela não desperdiça calor diminui o consumo de energia elétrica, reduzindo com isso os impactos ambientais que são causados. A lâmpada de LED também não emite calor, o que pode auxiliar no funcionamento o ar condicionado, por exemplo, que utilizará menos cargas elétricas para funcionar.



## Referências

- ABESCO.(2018). Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. Recuperado em 10 de junho, 2018 de <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/>
- Abreu, W.G. (2012). *Manutenção Predial Sustentável: diretrizes e práticas em shopping centers* (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, RJ, Brasil.
- ABNT NBR 8995-1, de 21 de abril de 2013. Iluminação de ambiente de trabalho- Parte 1- Interior. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Barros, B. F., Borelli, R., & Gedra, R. L. (2010). Gerenciamento de Energia, Ações Administrativas e Técnicas de Uso Adequado da Energia Elétrica (1ª ed.). São Paulo, SP: Erica.
- Collis, J. (2005). Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. Porto Alegre: Bookman (cap. 6, pp. 144-184).
- Cooper, D. R., Schindler, P. S. (2003). Métodos de pesquisa em administração. Porto Alegre: Bookman (cap. 10, pp. 220-245).
- Corcuera, D. (2010). A Energia dos Edifícios, Casa Consciente. São Jose dos Campos, SP.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Energética - Epe. Plano Nacional de Energia 2030. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2007.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Energética - Epe. Balanço Energético Nacional. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: MME/BEN, 2011.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Energética - Epe. Balanço Energético Nacional. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: MME/BEN, 2017.
- Freitas, L. (2010). *A Era dos LEDs*. *Lumière*, (160), pp.72-79.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA.
- Martins, G. D. A., & Theóphilo, C. R. (2009). Metodologia da investigação científica. São Paulo: Atlas (cap. 5, pp. 53-83).
- Moreira, V. A. (2001) Iluminação elétrica. São Paulo: Edgard Blucher.
- Rodrigues, P. (2002). Manual de Iluminação Eficiente, Procel, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica ( 1ª ed.).
- Jesus, M. O. (2012). *Sistemas de iluminação*. *O Setor Elétrico*, (73), pp.48-53.



Programa de Metas 2017-2020 (2017). Programa de Metas da Cidade de São Paulo – Versão final participativa. Recuperado em 10 de junho de 2018, [http://planejasampa.prefeitura.sp.gov.br/assets/Programa-de-Metas\\_2017-2020\\_Final.pdf](http://planejasampa.prefeitura.sp.gov.br/assets/Programa-de-Metas_2017-2020_Final.pdf)

Santos, S. M; & Souza, M. P. (2011). Análise das contribuições potenciais da avaliação ambiental estratégica ao plano energético brasileiro (RJ). *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 16, n. 4, p.374-375, 2011.

Scalco, V., Fonseca, R., W, Beck. O., Palladini G, D., Eli, J, G., Maia, T. D., Lamberts, R. Análise do potencial de economia baseado em edificações comerciais etiquetadas. Artigo aceito para o XV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Novembro de 2014, Maceió.

Silva, M. L. (2004). Luz, lâmpadas iluminação. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.

US Report of the National Policy Development Group. (2001) “*Using energy wisely. Increasing Energy Conservation and Efficiency*”. In: Reliable affordable and environmentally sound energy for the American Future. Washington.

Vergara, S. C. (1998). Projetos e relatórios de pesquisa em administração. São Paulo: Atlas (cap. 5, pp. 52-67).