

## **ANÁLISE ENERGÉTICA E ECONÔMICA NA TROCA DE LÂMPADAS DE VAPOR DE MERCÚRIO E DE VAPOR DE SÓDIO POR LÂMPADAS DE LED NA ILUMINAÇÃO EXTERNA DE UM INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Alyne Resende Piassi. Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí.  
alynepiassi@hotmail.com

Bruna Beatriz Lara Moreira. Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí.  
brunablara@hotmail.com

Eliene Aparecida Chagas. Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí.  
elieneapchagas@hotmail.com

Rosiane Gonçalves dos Santos. Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí.  
rhosy.13@hotmail.com

Calebe Giaculi Junior. Instituto Federal Minas Gerais (IFMG) *campus* Bambuí.  
calebe.giaculi@ifmg.edu.br

### **Resumo**

Este trabalho trata-se de um estudo de caso referente à iluminação externa utilizada em um Instituto Federal, localizado no Centro-Oeste-MG e, tem como objetivo propor o uso de tecnologias mais eficientes para redução de custos. É caracterizado como uma pesquisa quantitativa, no qual realizou-se um estudo referente aos tipos de lâmpadas utilizadas, a vida útil de cada uma, e suas respectivas potências, a fim de realizar cálculos e poder analisar a viabilidade energética e econômica na troca do sistema de lâmpadas atual. Para alcançar o objetivo do trabalho realizou-se uma entrevista informal com o electricista responsável e efetuou-se a contagem de lâmpadas utilizadas na iluminação externa do Instituto. Através das informações coletadas, das pesquisas bibliográficas executadas e dos cálculos, foi possível comparar e simular a substituição das lâmpadas de vapor de sódio e vapor de mercúrio com as luminárias de LED. Ao comparar os custos de energia elétrica do sistema atual com o sistema proposto, percebe-se uma redução significativa de 43,5%. Porém, nota-se que o custo de implantação é elevado, deste modo realizou-se cálculos para verificar se tal implantação seria conveniente. O resultado encontrado foi eficaz, visto que além do custo investido na implantação ser reembolsado em aproximadamente três anos, prolongará o período de manutenção do sistema, que pode ser superior a sete anos. Assim, pôde-se concluir que a implantação de tecnologias mais eficientes reduzirá o custo energético da iluminação externa do Instituto, visto que ele pagará pelo investimento durante três anos e em quatro anos obterá uma economia de R\$79.887,92.

**Palavras-Chaves:** (Iluminação externa, custo energético, economia)

## 1. Introdução

Com o desenvolvimento do país e com o crescimento populacional, houve uma expansão acentuada pelo consumo de energia. Embora este consumo possa refletir na qualidade de vida da sociedade e na economia, há diversos aspectos negativos. Um deles é o esgotamento de recursos naturais.

Para minimizar estes impactos e obter um melhor desempenho no consumo de energia faz-se necessário o uso de uma gestão energética eficiente.

O sistema de gestão de energia tem como objetivo principal definir e encontrar variáveis de consumo dentro da indústria que possam ser controladas, viabilizadas e otimizadas, gerando indicadores e recursos que demonstrem eficiência dos fatores que afetam diretamente o consumo e uso final da energia. (SAMÉD *et al*,2011)

Tal sistema pode ser implementado em diversos tipos de serviços, como por exemplo, na Iluminação Externa. “A Iluminação Externa pode ser definida como serviço que tem por objetivo prover de luz, no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, e em locais que necessitem de iluminação permanente no período diurno” (Resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel n.º 456/2000).

O presente trabalho tem o intuito de realizar um estudo de eficiência energética na Iluminação Externa de um Instituto Federal, situado no Centro-oeste de Minas Gerais, a fim de analisar a viabilidade econômica na troca de lâmpadas de vapor de mercúrio e vapor de sódio por lâmpadas de LED.

### 1.1 Objetivo Geral

Pretende-se realizar uma Análise Energética e Econômica na troca de lâmpadas de vapor de mercúrio e de vapor de sódio por lâmpadas de LED na Iluminação Externa de um Instituto Federal de Minas Gerais. O intuito é propor o uso de tecnologias mais eficientes para reduzir o custo energético.

## 2. Referencial Teórico

A utilização consciente de energia elétrica gera impactos positivos em três esferas distintas: sociedade, economia e empresas. Cada uma dessas esferas se beneficia de forma diferente. A sociedade tem os seus recursos naturais controlados, na economia há maior

oferta de energia e as empresas reduzem seus custos operacionais. (ENERGIA BRASIL, 2001).

A permanente busca por melhorias no uso de insumos energéticos pode ser alcançada através da Eficiência Energética.

Segundo a Secretária de Energia e Mineração (2016), “Eficiência Energética significa a busca por melhoria constante na utilização dos insumos energéticos. Para o consumidor final, isto significa a utilização racional e inteligente da energia, implicando na diminuição do valor das contas”.

A Eficiência Energética pode ser obtida por diferentes métodos como instalação de novas tecnologias, remanejamento na utilização de equipamentos, manutenção adequada, e análise das operações.

De acordo com a publicação do Senai em 2005 sobre o Guia de eficiência energética nas micro, pequenas e médias empresas, compreende-se por sistema de gestão energética “o conjunto de estratégias, táticas, ações e controles destinados a converter recursos em resultados” e por uso eficiente de energia “a implementação de um conjunto integrado de ações que possibilite a melhoria do processo de utilização e consumo de energia, transformando resultados em lucro”.

Como a iluminação externa é uma das áreas que apresenta uma grande parcela no consumo total de energia do país, é necessário fazer o uso de técnicas para redução de seus custos energéticos.

Um sistema de iluminação externa pode ser constituído por luminárias, lâmpadas, equipamentos auxiliares e fiação, inclusive a caixa que acomoda o medidor. (GRUPO NEONERGA CORSEN, 2013).

Dentre as possíveis técnicas para o alcance do uso eficiente de energia, tem-se o investimento em novas tecnologias que garantam benefícios com baixo custo. Acredita-se que a implantação de lâmpadas com inovação tecnológica seja uma alternativa eficiente para promoção da gestão energética.

Lâmpadas é um dos dispositivos utilizados para garantir a claridade artificial de ruas, avenidas e centros urbanos, desempenhando um papel importante na segurança da sociedade e na qualidade de vida.

O mercado de iluminação vem crescendo nos últimos anos e apresenta uma grande variedade de lâmpadas, com características elétricas e luminosas superiores às das tradicionais, permitindo escolher as mais eficientes de acordo com cada aplicação.

De acordo com uma publicação do site Illuminer (2013) “As lâmpadas de descarga em alta pressão possuem dimensões compactas, são econômicas e produzem uma luz extremamente brilhante. São encontradas em diferentes formas e potências, com diferentes qualidades de reprodução de cores, para luminárias abertas ou fechadas e necessitam de reatores para sua ignição e funcionamento. Levam de 2 a 15 minutos para seu acendimento completo”.

As lâmpadas de descarga em alta pressão se dividem em 4 categorias dentre elas se enquadram as lâmpadas de Vapor de Sódio e Vapor de Mercúrio.

De acordo com o G-light (2016) as lâmpadas de alta pressão de vapor de mercúrio são dispositivos de alta potência e alto fluxo luminoso. Emitem luz branca e não podem ser ligadas diretamente a rede elétrica, necessitando de um reator para sua operação. Podem ser aplicadas na iluminação pública e externa, em galpões, garagens e similares.

Segundo Kian (2016) as lâmpadas de alta pressão de vapor de sódio são constituídas por um tubo de descarga composto por gases responsáveis por emitir luz amarelada. Possuem alta eficiência e longa durabilidade. Necessitam de um reator e ignitor para cada potência específica e, são muito utilizadas em pátios de estacionamento, túneis e vias públicas.

Com o avanço das novas tecnologias no setor energético, o Brasil tem adotado a substituição de lâmpadas convencionais por LED na iluminação externa de determinados locais e na iluminação pública. Isto se deve, pois as lâmpadas LED geram redução do consumo de energia e dos custos de manutenção além de atender as necessidades de sustentabilidade.

O LED é um diodo emissor de luz com tecnologia semicondutora que, quando energizado, emite luz com baixo consumo de energia. Com aplicação versátil, as lâmpadas LED têm alta durabilidade e eficiência energética, garantindo economia e redução de custos de manutenção. Sua fabricação não utiliza materiais químicos pesados e seu descarte não prejudica o meio ambiente. Além da longa vida útil, as lâmpadas de LED não emitem calor e raios infra vermelhos sobre os objetos iluminados. (EMPALUX, 2016)

A escolha de cada lâmpada se deve a utilização específica para cada atividade que se pretende. Onde se pode levar em consideração: potência, vida útil, custos, reprodução de cor e fluxo luminoso.

A potência pode ser definida como a grandeza física responsável pela medição da energia na unidade de tempo, ou seja, mede o trabalho realizado.

$$P = U \times I$$

Onde:

- ✓ P= Potência, que é dada em Watt (W);
- ✓ U= Tensão, que é dada em Volt (V);
- ✓ I= Corrente elétrica, que é dada em Ampére (A).

Em um aparelho, máquina ou dispositivo, quanto maior sua potência e seu tempo de utilização maior será o seu consumo energético.

A quantidade de energia gasta é responsável por alimentar uma carga com determinada potência (W) em certo intervalo de tempo (h).

$$E = P \times h$$

Na qual:

- ✓ E= Energia consumida, que é dada em KWatt por hora (KWh);
- ✓ P=Potência do dispositivo, que é dada em KWatt (KW);
- ✓ h= Tempo de utilização do dispositivo, que é dado em horas (h).

Depois de determinar o consumo energético torna-se possível calcular o valor a ser pago. Esse cálculo pode ser realizado a partir do produto entre a energia consumida e a tarifa vigente.

$$\text{Preço} = E \times t$$

Onde:

- ✓ Preço= valor a ser pago em R\$;
- ✓ E= Energia consumida, que é dada em KWatt por hora (KW.h);
- ✓ t= tarifa vigente em R\$.

De acordo com a COPEL (2012):

“O fluxo luminoso pode ser entendido como a quantidade de energia radiante em todas as direções, emitida por unidade de tempo, e avaliada de acordo com a sensação luminosa produzida. A unidade de medida é o lúmen (lm)”.

“A eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso emitido pela potência elétrica absorvida, sendo a unidade de medida o lúmen por Watt (lm/W). Este conceito é utilizado para comparar a diferentes fontes luminosas”.

Segundo a EMPALUX (2016) o Índice de Reprodução de Cor (IRC) consiste na “relação entre a cor real de um objeto ou superfície e a aparência percebida diante de uma

fonte luminosa”. Esse índice varia de 0 a 100%, sendo que, quanto mais próximo de 100%, maior a fidelidade e precisão das cores dos objetos.

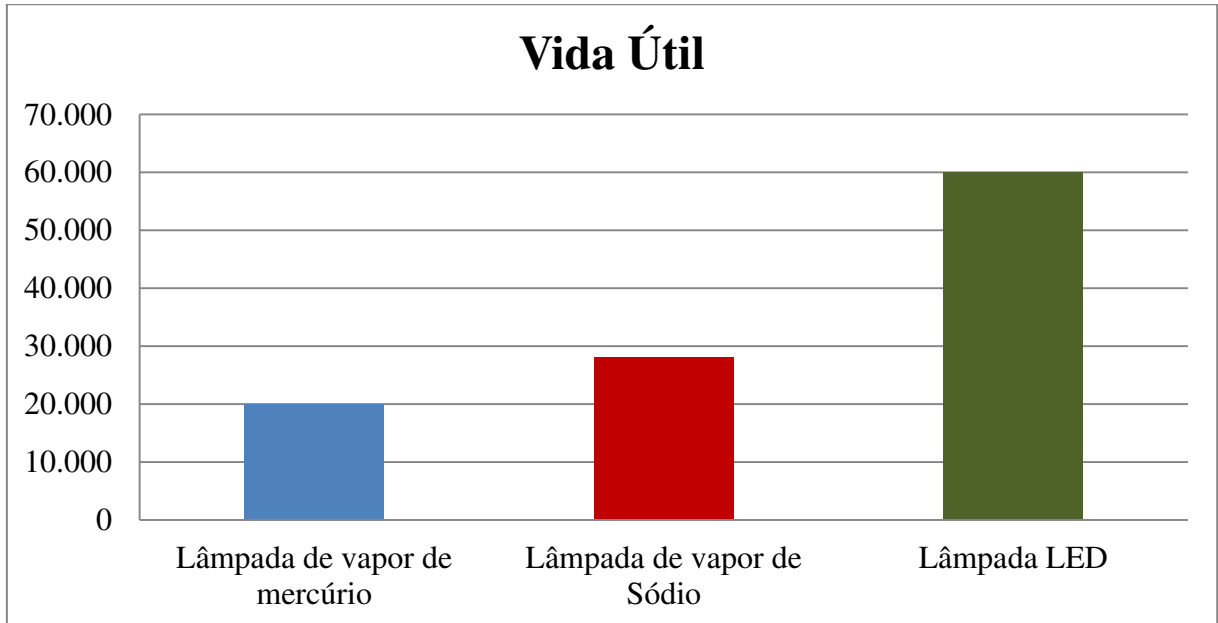
Figura 1- Índice de Reprodução de Cor para Diferentes Lâmpadas



Fonte: EMPALUX (2016)

“Vida Útil é a expectativa de durabilidade de uma fonte luminosa. A maior parte das normas internacionais atualmente consideram que o término da vida útil de uma fonte luminosa ocorre quando a mesma atinge 70% do fluxo luminoso (LM70)”. (EMPALUX, 2016)

Figura 2- Vida útil das lâmpadas , em horas



Fonte: Autores (2016)

### 3. Materiais e Métodos

O trabalho trata-se de um estudo de caso pautado em uma pesquisa quantitativa com o objetivo de analisar a eficiência energética e econômica na troca de lâmpadas.

O estudo de caso é tratado como uma contribuição de conhecimento para fenômenos individuais, grupais, organizacionais e relacionados, onde o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos (YIN, 2010).

De acordo com Fonseca (2002):

Diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da pesquisa quantitativa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre as variáveis, etc.

Para alcançar o objetivo do trabalho realizou-se uma entrevista informal com o eletricitista da instituição, a fim de conhecer as características das lâmpadas utilizadas nos postes, suas potências e seu tempo de funcionamento. Além das informações obtidas, foi feito um percurso pelo instituto para fazer a contagem das lâmpadas e dos postes através de observações diretas.

Posteriormente analisou a vida útil, a potência, bem como o consumo de cada um dos tipos de lâmpadas utilizadas. Através de cálculos verificou-se qual delas seria a mais eficiente e econômica para a instituição.

## 5. Resultados e Discussão

Ao realizar uma entrevista informal com o responsável do setor pôde-se obter informações referentes ao sistema de iluminação externa atual do Instituto Federal. Foi possível ter conhecimento das características das lâmpadas utilizadas, o tempo de funcionamento das mesmas, bem como suas eficiências energéticas.

A partir do percurso realizado no Instituto foi possível obter o número de lâmpadas contidas no atual sistema, as quais totalizam em 148. Dentre estas lâmpadas, 95 se classificam como lâmpadas de vapor de sódio com potência de 250 W e 53 se classificam como lâmpadas de vapor de mercúrio com potência de 125 W.

Ao realizar uma análise da conta de energia elétrica do Instituto pôde-se verificar que o mesmo se enquadra no modelo tarifário A4 THS VERDE.

Tabela 1- Modelo tarifário para o grupo A4 THS Verde

<b>Modelo Tarifário: A4 THS Verde</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Demanda (R\$/kW)</b>		<b>Consumo (R\$/kWh)</b>			
	<b>Ponta</b>	<b>Fora de Ponta</b>	<b>Ponta</b>		<b>Fora de Ponta</b>	
<b>Verde</b>	12,54		<b>Seco</b>	<b>Úmido</b>	<b>Seco</b>	<b>Úmido</b>
			1,29	1,27	0,16	0,15

Fonte: ANEEL (2016)

Através dos valores das potências de cada lâmpada e o seu tempo de funcionamento pôde-se obter a energia gasta. Posteriormente calculou-se o valor a ser pago, considerando a tarifa vigente.

Para realização dos cálculos foi considerado os períodos seco e úmido e os horários de ponta e fora de ponta. O período seco inclui os meses de Maio a Novembro de um ano corrente, e o período úmido consiste de Dezembro a Abril do ano seguinte. O horário de ponta está estabelecido entre o intervalo de 17h00min às 20h00min e o horário fora de ponta compreendem as horas restantes.



O tempo de funcionamento das lâmpadas se inicia às 18h00min e finaliza às 6h30min do dia seguinte. Portanto o horário de funcionamento das lâmpadas inclui 2 horas no horário de ponta e 10h30min horas para o horário fora de ponta.

A partir dessas informações foram realizados os cálculos referentes aos custos energéticos mensais e anual, levando em consideração 95 lâmpadas de vapor de sódio e 53 lâmpadas de vapor de mercúrio. Tais cálculos podem ser observados nas tabelas a seguir.

Tabela 2- Cálculo do Importe mensal para as 95 lâmpadas de vapor de sódio

<b>Cálculo do Importe Mensal para 95 Lâmpadas de vapor de Sódio (250W)</b>			
<b>Meses</b>	<b>Valor a ser Pago HFP</b>	<b>Valor a ser pago HP</b>	<b>Total</b>
<b>Jan</b>	R\$ 1.122,19	R\$ 1.809,75	R\$ 2.931,94
<b>Fev</b>	R\$ 1.122,19	R\$ 1.809,75	R\$ 2.931,94
<b>Mar</b>	R\$ 1.122,19	R\$ 1.809,75	R\$ 2.931,94
<b>Abr</b>	R\$ 1.122,19	R\$ 1.809,75	R\$ 2.931,94
<b>Mai</b>	R\$ 1.197,00	R\$ 1.838,25	R\$ 3.035,25
<b>Jun</b>	R\$ 1.197,00	R\$ 1.838,25	R\$ 3.035,25
<b>Jul</b>	R\$ 1.197,00	R\$ 1.838,25	R\$ 3.035,25
<b>Ago</b>	R\$ 1.197,00	R\$ 1.838,25	R\$ 3.035,25
<b>Set</b>	R\$ 1.197,00	R\$ 1.838,25	R\$ 3.035,25
<b>Out</b>	R\$ 1.197,00	R\$ 1.838,25	R\$ 3.035,25
<b>Nov</b>	R\$ 1.197,00	R\$ 1.838,25	R\$ 3.035,25
<b>Dez</b>	R\$ 1.122,19	R\$ 1.809,75	R\$ 2.931,94
<b>Total</b>	R\$ 13.989,94	R\$ 21.916,50	R\$ 35.906,44

Fonte: Autores (2016)

Tabela 3- Cálculo do Importe mensal para as 53 lâmpadas de vapor de mercúrio

<b>Cálculo do Importe Mensal para 53 Lâmpadas de vapor de Mercúrio (125W)</b>			
<b>Meses</b>	<b>Valor a ser Pago HFP</b>	<b>Valor a ser pago HP</b>	<b>Total</b>
<b>Jan</b>	R\$ 313,03	R\$ 504,83	R\$ 817,86
<b>Fev</b>	R\$ 313,03	R\$ 504,83	R\$ 817,86
<b>Mar</b>	R\$ 313,03	R\$ 504,83	R\$ 817,86
<b>Abr</b>	R\$ 313,03	R\$ 504,83	R\$ 817,86
<b>Mai</b>	R\$ 333,90	R\$ 512,78	R\$ 846,68
<b>Jun</b>	R\$ 333,90	R\$ 512,78	R\$ 846,68

<b>Jul</b>	R\$ 333,90	R\$ 512,78	R\$ 846,68
<b>Ago</b>	R\$ 333,90	R\$ 512,78	R\$ 846,68
<b>Set</b>	R\$ 333,90	R\$ 512,78	R\$ 846,68
<b>Out</b>	R\$ 333,90	R\$ 512,78	R\$ 846,68
<b>Nov</b>	R\$ 333,90	R\$ 512,78	R\$ 846,68
<b>Dez</b>	R\$ 313,03	R\$ 504,83	R\$ 817,86
<b>Total</b>	R\$ 3.902,46	R\$ 6.113,55	R\$ 10.016,01

Fonte: Autores (2016)

Tabela 4- Valores mensal e anual a ser pago

<b>Meses</b>	<b>Preço total do Consumo</b>
<b>Jan</b>	R\$ 3.749,79
<b>Fev</b>	R\$ 3.749,79
<b>Mar</b>	R\$ 3.749,79
<b>Abr</b>	R\$ 3.749,79
<b>Mai</b>	R\$ 3.881,93
<b>Jun</b>	R\$ 3.881,93
<b>Jul</b>	R\$ 3.881,93
<b>Ago</b>	R\$ 3.881,93
<b>Set</b>	R\$ 3.881,93
<b>Out</b>	R\$ 3.881,93
<b>Nov</b>	R\$ 3.881,93
<b>Dez</b>	R\$ 3.749,79
<b>Total</b>	R\$ 45.922,44

Fonte: Autores (2016)

Com o intuito de se obter uma melhor eficiência energética a custos mais baixos, foi realizado um estudo comparativo entre as lâmpadas de vapor de sódio e vapor de mercúrio com as luminárias de LED. A tabela a seguir mostra as diferentes características encontradas entre elas:

Tabela 5- Características das lâmpadas de vapor de mercúrio, vapor de sódio e luminárias de LEDs

<b>Quesitos</b>	<b>Lâmpadas de Vapor Mercúrio</b>	<b>Lâmpadas de Vapor Sódio</b>	<b>Luminária de LED</b>
<b>Custo Unitário (R\$)</b>	6,00	22,50	363,00

<b>Vida útil média (h)</b>	20.000	28.000	> 60.000
<b>Fluxo Luminoso (lm)</b>	6.300	17.500	12.000
<b>Reprodução de cor</b>	Cor branca	Cor amarelada	Cor branca
<b>Potência (W)</b>	125	250	120

Fonte: Autores (2016)

Percebe-se na tabela acima que o custo das lâmpadas de LED possui um valor relativamente alto em relação às lâmpadas de vapor de sódio e de mercúrio, pois para a sua implantação é necessário que se faça a substituição de todo conjunto (luminária completa), uma vez que o sistema atual é antigo e não permite a junção da lâmpada à luminária.

As lâmpadas de LED possuem uma grande vantagem de vida útil em relação às convencionais, sendo 3 vezes maior que as lâmpadas de vapor de mercúrio e aproximadamente 2 vezes maior que as lâmpadas de vapor de sódio.

Apesar da lâmpada de LED apresentar um valor mais baixo de lumens em relação ao da lâmpada de vapor de sódio, ela mantém seu fluxo luminoso quase constante em toda sua vida útil. Isso não ocorre com as demais lâmpadas, pois elas possuem um fator de depreciação do fluxo luminoso ao longo do tempo.

A fim de simular a substituição de todas as lâmpadas do sistema de iluminação atual por luminárias de LED foi realizada uma estimativa de custos referentes à conta de energia elétrica, possibilitando assim visualizar a economia que pode ser gerada.

Tabela 6- Cálculo do Importe mensal para 148 lâmpadas LED

<b>Cálculo do Importe Mensal para 148 lâmpadas LED (120W)</b>			
<b>Meses</b>	<b>Valor a ser Pago HFP</b>	<b>Valor a ser pago P</b>	<b>Total</b>
<b>Jan</b>	R\$ 839,16	R\$ 1.353,31	R\$ 2.192,47
<b>Fev</b>	R\$ 839,16	R\$ 1.353,31	R\$ 2.192,47
<b>Mar</b>	R\$ 839,16	R\$ 1.353,31	R\$ 2.192,47
<b>Abr</b>	R\$ 839,16	R\$ 1.353,31	R\$ 2.192,47

<b>Mai</b>	R\$ 895,10	R\$ 1.374,62	R\$ 2.269,73
<b>Jun</b>	R\$ 895,10	R\$ 1.374,62	R\$ 2.269,73
<b>Jul</b>	R\$ 895,10	R\$ 1.374,62	R\$ 2.269,73
<b>Ago</b>	R\$ 895,10	R\$ 1.374,62	R\$ 2.269,73
<b>Set</b>	R\$ 895,10	R\$ 1.374,62	R\$ 2.269,73
<b>Out</b>	R\$ 895,10	R\$ 1.374,62	R\$ 2.269,73
<b>Nov</b>	R\$ 895,10	R\$ 1.374,62	R\$ 2.269,73
<b>Dez</b>	R\$ 839,16	R\$ 1.353,31	R\$ 2.192,47
<b>Total do consumo anual</b>	R\$ 10.461,53	R\$ 16.388,93	R\$ 26.850,46

Fonte: Autores (2016)

Ao se comparar os custos de energia elétrica do sistema atual com o sistema proposto, percebe-se uma redução significativa de 43,5%.

Tabela 7- Economia com a substituição das lâmpadas

<b>Valor do Consumo Anual</b>			
Fatura do Sistema Atual	Fatura com as Luminárias de LED	Economia	Economia %
R\$ 45.922,44	R\$ 26.850,46	R\$ 19.971,98	43,5

Fonte: Autores (2016)

Devido à obtenção de resultados positivos na simulação de luminárias de LED no sistema, foi realizado um levantamento de custos para sua implantação.

Tabela 8- Valores referentes à implantação de Luminárias de LED.

<b>Troca por Luminárias de LED</b>			
Quantidade	Custo Unitário	Custo Total	Manutenção
148	R\$ 363,00	R\$ 53.724,00	7 anos

Fonte: Autores (2016)

Percebe-se que o custo total de implantação é elevado, porém o mesmo pode ser reembolsado em um curto intervalo de tempo (aproximadamente 3 anos), isso ocorre uma vez que sua economia no consumo energético é elevada.

Outra vantagem em relação a esta implantação é o tempo maior de manutenção do sistema, que pode ser superior a 7 anos. Dentro deste período, a Instituição pagará pelo investimento durante 3 anos e em 4 anos obterá uma economia de R\$79.887,92.

## **6. Conclusão**

O estudo permitiu verificar a importância do uso de novas tecnologias para uma melhor eficiência energética, tornando possível verificar as vantagens em se utilizar lâmpadas de LED ao invés de lâmpadas convencionais.

Ao optar por esta inovadora fonte luminosa a Instituição obterá maior eficiência em seu sistema de iluminação externa, promovendo uma maior economia e conseqüentemente uma redução em seus custos energéticos.

O presente estudo também possibilitou averiguar que os custos de implantação das lâmpadas de LED no sistema de iluminação externa da Instituição trará uma redução na conta de energia elétrica, permitindo reembolsar o valor investido em um período de aproximadamente três anos. O investimento na substituição das lâmpadas utilizadas no sistema atual pelas lâmpadas de LED é viável, uma vez que esses tipos de lâmpadas possuem uma alta eficiência energética e uma vida útil superior a 60 mil horas (aproximadamente sete anos), evitando contínuas manutenções. Por fim, conclui-se que a troca das lâmpadas no sistema de iluminação da Instituição é altamente compensatória, pois trará benefícios tanto econômicos quanto sustentáveis.

## 7. Referências

- SAMED, M.M.A et al. **Sistema de Gestão Energética: Plano de ação e monitoramento visando a minimização do desperdício do uso final de energia em uma pequena indústria**. Belo Horizonte-MG:2011.Disponível em:  
< [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011\\_TN\\_STO\\_143\\_902\\_18957.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_143_902_18957.pdf)>.Acesso em: 14 de jul. 2016.
- ANEEL - **ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA**. Revisão das Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica - Resolução nº 456/2000.
- ENERGIA BRASIL. *Guia de Eficiência Energética nas Micro, Pequenas e Médias Empresas*. Governo Federal, Casa Civil da Presidência da República:2001.
- Secretaria de Energia e Mineração. **Eficiência Energética**. Disponível em:  
<[http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/energia-eletrica\\_eficiencia](http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/energia-eletrica_eficiencia)> Acesso em: 12 de jul. 2016.
- SENAI. **Guia de eficiência energética nas micro, pequenas e médias empresas**. 2005.
- Grupo Neenergia Cosern. **Iluminação Pública**. Disponível em:  
<<http://www.cosern.com.br/Pages/Ilumina%C3%A7%C3%A3o-P%C3%BAblica.aspx>>. Acesso em: 12 de jul. 2016.
- Illuminer. **Iluminação**. Disponível em: <<http://illuminer.com.br/>> Acesso em: 12 de jul. 2016.
- G-light. **Vapor de Mercúrio**. Disponível em: <<http://www.glight.com.br/produto.php?familia=27>> Acesso em: 12 de jul. 2016.
- Kian. **Lâmpadas de descarga vapor de sódio**. Disponível em: <<http://www.kianbrasil.com.br/hid/lampadas-de-descarga-vapor-de-sodio>> Acesso em: 12 de jul. 2016.
- EMPALUX. **Informações Luminotécnicas**. Disponível em:<<http://www.empalux.com.br/index.php?a1=p&m=000036&c=000002>> Lâmpadas LED> Acesso em: 12 de jul. 2016.

COPEL. **Manual de Iluminação Pública do Paraná**. Disponível em: <[http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Manuais/manual\\_de\\_iluminacao\\_publica\\_copel\\_companhia\\_paranaense\\_de\\_energia.pdf](http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Manuais/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf)>. Acesso em: 11 de jul. 2016.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: planejamento e método**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010, p.2.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.