

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

**VIABILIDADE ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS
FLUORESCENTES POR LÂMPADAS DE LED NA PRAÇA MONSENHOR
JORGE NO MUNICÍPIO DE MALACACHETA-MG**

TEÓFILO OTONI

2017

**DAFHILIS MAGALHÃES RODRIGUES
JOÃO PEDRO DA SILVEIRA ALVES
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI**

**VIABILIDADE ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS
FLUORESCENTES POR LÂMPADAS DE LED NA PRAÇA MONSENHOR JORGE
NO MUNICÍPIO DE MALACACHETA-MG**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Elétrica das Faculdades Unificadas de
Teófilo Otoni, como requisito parcial
para a obtenção do grau de bacharel
em Engenharia Elétrica**

**Área de concentração: Iluminação
Pública**

**Orientador Prof. Keytiane Iolanda
Moura**

**TEÓFILO OTONI
2017**



FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado VIABILIDADE ECONÔMICA NA SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS FLUORESCENTES POR LÂMPADAS DE LED NA PRAÇA MONSENHOR JORGE NO MUNICÍPIO DE MALACACHETA-MG, elaborado pelo (s) aluno (s) DAFHILIS MAGALHÃES RODRIGUES, JOÃO PEDRO DA SILVEIRA ALVES foi aprovado por todos os membros da banca examinadora e aceita pelo curso de ENGENHARIA ELETRICA das Faculdades Unificadas de Teófilo Otoni como requisito parcial para a obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Teófilo Otoni, 11 de dezembro de 2017

BANCA EXAMINADORA

Keytiane Iolanda Moura

Examinador

Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de todas as coisas por ter me dado força durante esta caminhada.

A nossa orientadora, a coordenadora Keytiane Iolanda Moura, por ter nos guiado sempre pelo caminho certo.

A nossa amiga Neusimery pelo auxílio na formatação do texto.

À nossas famílias pelo carinho e paciência durante essa longa jornada, aos professores pelo conhecimento e aos amigos que sempre nos ajudaram.

*“Aqueles que se sentem satisfeitos
sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos
são os únicos benfeitores do mundo.”*

Walter S Landor

ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Amperes

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANEEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

h- Horas

I - Corrente

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

K - Kilo

LED- Diodo Emissor de Luz

Nd – Numero de dias

P – Potencia

W - Watts

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Esquema de Funcionamento Interno de um LED	32
FIGURA 2: Evolução da Eficiência Energética das Fontes de Luz Artificial.....	33
FIGURA 3: Praça Monsenhor Jorge	40
FIGURA 4: Praça Monsenhor Jorge	40
FIGURA 5: Praça Monsenhor Jorge	41
FIGURA 6: Praça Monsenhor Jorge	41

LISTA DE GRAFICOS

GRÁFICO 1: Comparativo entre o valor pecuniário das lâmpadas <i>LED</i> e a fluorescente.....	47
GRAFICO 2: Vida útil das lâmpadas LED e fluorescente em horas.....	48

LISTA DDE TABELAS

Tabela 1: Dados das lâmpadas fornecidos pelo fabricante com valores do fabricante e cálculos dos autores.	46
Tabela 2: Payback da substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas de LED	49

RESUMO

No presente trabalho analisou-se a viabilidade econômica na substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de *LED* na praça Monsenhor Jorge Lopes no município de Malacacheta-MG. Segundo Bley (2011) o *LED* existe desde 1962 e era apenas utilizado para sinalização devido ao seu baixo fluxo luminoso (emissão de luz), restrita gama de cores e baixa potência. Em meados da década de 1990, após muitas pesquisas e investimentos, o Dr. Shuji Nakamura da Nichia Chemical Corporation inventou o *LED* azul com alto fluxo luminoso que, juntamente com uma camada de fósforo, gera luz branca com isso possibilitou-se a utilização do *LED* na iluminação. Desde então novas pesquisas se seguiram visando melhorar alguns aspectos desta tecnologia, como por exemplo: dissipação de calor, eficiência energética, índice de reprodução de cor e fluxo luminoso. Já há um grande avanço nestes e em outros aspectos e a previsão é de que isto continue evoluindo rapidamente. (CLARITEK,2014). No local do estudo foram avaliados a iluminação que são lâmpadas fluorescentes, se estão dentro das normas da NBR 5101, bem como os gastos atuais com energia elétrica comparando posteriormente com os dados técnicos, fornecidos pelo fabricante, da lâmpada *LED*. No intuito oferecer economia no consumo de energia e melhorar a qualidade da iluminação dessa praça são propostas adequações viabilizadas por meio de estudos e cálculos de viabilidade financeira. Conclui-se que a utilização das lâmpadas com tecnologia *LED* é mais viável por apresentarem vida útil superior às fluorescentes, bem como fluxo luminoso maior e mais eficiente, tecnologia sustentável, econômica quanto ao valor de aquisição e consumo de energia elétrica 47,6% menor.

Palavras-chave: *LED*. Lâmpada fluorescente. Iluminação. Viabilidade econômica. Retorno financeiro

ABSTRACT

In the present work, the economic viability of replacing fluorescent lamps with LED lamps in Monsenhor Jorge Lopes square in the municipality of Malacacheta-MG was analyzed. According to Bley (2011) LED has existed since 1962 and was only used for signaling due to its low light flux (light emission), restricted core range and low power. In the mid-1990s, after much research and investment, Dr. Shuji Nakamura of the Nichia Chemical Corporation invented the blue LED with high luminous flux that, together with a layer of phosphorus, generates white light with which it was possible to use the LED in lighting. Since then further research has been aimed at, for example: heat dissipation, energy efficiency, color reproduction index and luminous flux. There is already a breakthrough in these and others and a forecast that is to continue to evolve rapidly. (CLARITEK, 2014). No study site was evaluated for illumination and are fluorescent lamps, are within the norms of NBR 5101 as well as the current expenditures with electric energy comparing the technical data provided by the manufacturer of the LED lamp. In order to provide energy-saving economy and to improve the quality of the square's lighting, adaptations are proposed and an electric project is provided, made possible through studies and calculations of financial viability. It is concluded that the use of lamps with LED technology is more viable because they have a longer lifespan than fluorescents, as well as greater and more efficient luminous flux, sustainable technology, economical in terms of acquisition value and electricity consumption 47.6% lower.

Keywords: LED. Fluorescent lamp. Lighting. Economic viability. Financial feedback

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	25
2. REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1. Eletricidade	27
2.2. Iluminação Fluorescentes	28
2.2.1. Lâmpadas Fluorescentes.....	29
2.2.2. História das Lâmpadas Fluorescentes.....	29
2.2.3. Funcionamento das Lâmpadas Fluorescentes	30
2.2.4. Vantagens das Lâmpadas Fluorescentes	30
2.2.5. Desvantagens das Lâmpadas Fluorescentes	31
2.3. Iluminação LED.....	31
2.3.1. Aspectos Gerais do Diodo Emissor de luz (LED)	31
2.3.2. A História do LED	32
2.3.3. Lâmpadas de LED	33
2.3.4. Aplicações das Lâmpadas de LED	34
2.3.5. Funcionamento das Lâmpadas de LED.....	34
2.3.6. Vantagens das lâmpadas de LED	35
2.3.7. Lâmpadas de LED e suas Desvantagens	36
2.3.8. Vida Útil da Lâmpada LED.....	36
2.4. Norma NBR 5101.....	36
2.4.1. Norma de Iluminação de Praças e Parques	38
3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA.....	39
3.1. Classificação da Pesquisa Quanto aos Fins	39
3.2. Classificação da Pesquisa Quanto aos Meios	39
3.2.1. Caracterização e Quantificação do Universo e Sujeito do Estudo.....	39
3.3. Procedimento de Coleta de Dados.....	41
3.4. Formas de Análise dos Dados, Interpretação e Aspectos dos Resultados	42
3.5. Realização <i>Pay-Back</i>.....	42
3.5.1 Apresentação dos Resultados obtidos	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Estudo Econômico Comparativo Lâmpadas Fluorescentes X <i>LED</i>.....	45

4.2.	Análise Orçamentária.....	47
4.3.	<i>Pay-Back</i> Simples.....	48
5.	CONCLUSÃO.....	51
	REFERENCIAS.....	53
	ANEXOS.....	55

1. INTRODUÇÃO

O consumo da energia elétrica no planeta está crescendo exponencialmente, sendo necessária uma maior gestão deste recurso de forma mais eficiente, desde a fonte até o consumidor final. Equipamentos e hábitos de consumo passaram a ser analisados em termos da conservação da energia tendo sido demonstrado que, de fato, muitas iniciativas que resultam em maior eficiência energética são economicamente viáveis, ou seja, o custo de sua implantação é menor do que o custo de produzir ou adquirir a energia cujo consumo é evitado (PADILHA; JUNG; RODRIGUES; 2015).

Neste contexto, Bastos (2011) afirma que a temática da eficiência energética vem se tornando cada vez mais um ponto recorrente nas discussões sobre a demanda de energia em nível global. A preocupação com a sustentabilidade e meio ambiente, os custos crescentes da produção de energia e a necessidade de prover demandas cada vez maiores, as quais estão cada vez mais difíceis de serem resolvidas, são algumas das razões que justificam os investimentos em eficiência energética aplicada aos sistemas de iluminação que constituem uma grande parcela da energia consumida.

Silva (2015) e Ferreira (2014), reafirmam que a adoção e uso de tecnologias mais eficientes e sustentáveis na modernização de parques de iluminação pública, permitem uma evolução na qualidade do serviço e trazem alguns benefícios como o ganho direto na redução do consumo de energia elétrica, já que as novas tecnologias de iluminação permitem os mesmos níveis de iluminamento, utilizando-se potências cada vez menores. Mais recentemente, a busca pela eficiência energética ganhou nova motivação.

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo apresentar a viabilidade econômica da substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de tecnologia LED, dentro da Praça Monsenhor Jorge localizada em Malacacheta-MG. Para tanto, foi proposto elaborar uma quantificação de luminárias e suas respectivas potência para caracterização desta Praça, realizar um diagnóstico do consumo energético da praça, através de pesquisa documental e por fim, realizar uma análise da viabilidade econômica pelo método do Play-Back.

Para se alcançar os objetivos propostos, realizaram-se pesquisas

bibliográficas e estudo de caso, com visitas a campo e análise documental em uma fatura de consumo energético mensal da praça. Realizou-se cálculos comparativos econômicos entre as lâmpadas fluorescentes e LED de acordo informações fornecidas pelo fabricante e do local de estudo.

Com a presente pesquisa estimou-se o investimento pecuniário e analisou-se de forma detalhada o custo-benefício da substituição das lâmpadas fluorescente pela lâmpada de tecnologia LED. Além disso, evidenciou-se que esta tem uma vida útil 8 vezes maior, custo de aquisição 9,88% menor bem como consome metade do consumo da fluorescente.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Eletricidade

Desde os primórdios os fenômenos da eletricidade eram conhecidos, porém sem aplicabilidade. No século VII a.C., Tales, na cidade de Mileto – Grécia – observou que uma substância chamada âmbar, quando atritada, adquiria a propriedade de atrair outros corpos. Âmbar, em grego, significa *elektron*, motivo pelo qual os fenômenos daí originados denominam-se fenômenos elétricos, e a ciência que os estuda denomina-se eletricidade. Esta é desmembrada em três partes: eletrostática, eletrodinâmica e eletromagnetismo, (FREITAS; ZANCAN; 2010).

Os gregos conheciam também as magnetitas, eram pedras encontradas em Magnesia, localizada no continente Asiático, estas podiam atrair exclusivamente o ferro, e isto mesmo sem serem esfregados. Logo, o estudo desta propriedade originou a ciência do magnetismo. A magnetita flutuante sobre a água era utilizada como bússolas para orientação durante a navegação pelos mares no século 11 por árabes e chineses. O primeiro estudo sistemático dos ímãs foi feito em 1269 por *Pierre de Maricourt*. Ele usou uma agulha magnetizada para traçar o que chamava de "linhas de força" ao redor de uma esfera de magnetita e descobriu que estas linhas convergem em duas regiões, em lados opostos da esfera, como as linhas longitudinais da Terra. Por analogia, ele chamou as regiões onde as linhas de força convergem de polos. Em 1600, *William Gilbert* estendeu estes trabalhos e sugeriu que a própria Terra se comporta como um gigantesco ímã. Por volta de 1753, observações de que relâmpagos eram capazes de conferir propriedades magnéticas a peças de ferro sugeriam uma convergência entre a eletricidade e o magnetismo, mas demorou ainda algum tempo até que a relação entre as duas ciências se tornasse clara, (OKA; 2000).

William Gilbert, médico da rainha *Elizabeth I*, foi o primeiro a distinguir claramente entre fenômenos elétricos e magnéticos *no ano de 1600*. Foi ele quem designou a palavra eletricidade, derivando-a de "*elektron*" que significa âmbar em grego. *Gilbert* mostrou que muitas outras substâncias podem ser carregadas eletricamente ao serem esfregadas, não sendo exclusivo do âmbar, (OKA; 2000).

Em 1729 *Stephen Gray* observou que era capaz de transferir a carga elétrica de um bastão de vidro para uma bola de marfim pendurada por um barbante. Porém a transferência de carga não ocorria se a bola era pendurada por um fio metálico. Daí concluiu que o metal "levava embora" o fluido (carga). *Gray* concluiu que a maior parte das substâncias podem ser classificadas de condutoras ou isolantes. Os condutores, como por

exemplo os metais e soluções iônicas, permitem o fluxo livre do fluido, enquanto que os isolantes, como por exemplo a madeira, borracha, seda e vidro, não permitem o fluxo do fluido, (OKA; 2000).

Por volta de 1750 *Benjamin Franklin* propôs que um único tipo de fluido flui de um corpo para o outro pela fricção, designando de positivamente carregado o corpo que acumulou fluido e negativamente carregado o corpo que perdeu fluido. *Franklin* realizou também a seguinte experiência: colocou duas pessoas, A e B, sobre um pedestal coberto de graxa para evitar a perda de carga. Depois de carregar um deles com o bastão de vidro e o outro com o pano de seda, observou que um terceiro indivíduo, C, aproximando-se de qualquer um deles causava o aparecimento de uma faísca. Contudo se A e B se tocavam, não havia faísca. *Franklin* concluiu que as cargas armazenadas no bastão de vidro e na seda eram de mesma amplitude, mas de sinais opostos e propôs ainda que a carga nunca é criada ou destruída, mas simplesmente transferida de um corpo para o outro. Hoje chamamos a esta propriedade de Conservação da Carga, (OKA; 2000).

Em 1753, *John Canton* descobriu que é possível carregar um objeto metálico isolado eletricamente mesmo sem tocá-lo fisicamente com outro objeto carregado. Imagine por exemplo duas bolas metálica sobre pedestais isolantes, em contato entre si. Aproxima-se um bastão de vidro positivamente carregado de uma das bolas. Nesta situação, separa-se as duas bolas e afasta-se o bastão de vidro. *Canton* observou que a bola próxima ao bastão de vidro ficou carregada negativamente, enquanto que a outra ficou carregada positivamente, e que a quantidade de carga armazenada era a mesma nas duas bolas. Este fenômeno é chamado de indução, (OKA; 2000).

2.2. Iluminação fluorescente

Para Mamede Filho (2006), a luz é uma fonte de radiação que emite ondas eletromagnéticas em diferentes comprimentos, sendo que apenas algumas ondas de comprimento de onda definido são visíveis ao olho humano.

Lâmpada fluorescente tornou o padrão para muitas pessoas, pois ela consome menos energia que a incandescente, mas ainda assim tem um consumo considerável. Ela emite uma luz branca e forte e pode ser usada em todos os ambientes. Um detalhe importante é que este tipo de lâmpada usa mercúrio e fósforo, portanto não pode ser descartada de qualquer maneira, pois provoca danos ao meio ambiente, (SILVA; 2015).

2.2.1. Lâmpadas fluorescentes

Segundo Mamede Filho (2006), a fluorescência é uma das formas de transformar energia elétrica em luz. As lâmpadas que se baseiam nesse princípio possuem quatro componentes básicos: um tubo de vidro transparente, dois eletrodos (um em cada ponta), uma mistura de gases e um material que reveste internamente o tubo.

Quando se liga o interruptor, os eletrodos geram uma corrente elétrica que, ao passar através da mistura gasosa – argônio e vapor de mercúrio, por exemplo -, emite radiação ultravioleta. A luz UV é, então, absorvida pelo tungstato de magnésio ou pelo silicato de zinco, os materiais mais usados no revestimento interior do tubo. Essas substâncias têm a propriedade de transformar o comprimento de onda invisível do ultravioleta em luz visível, que é refletida para o ambiente. A lâmpada fluorescente é mais econômica que a incandescente, pois, aquecendo-se menos, dissipa menos energia em forma de calor, (ASCURRA; 2013).

2.2.2. A história das lâmpadas fluorescentes

Segundo Mamede Filho (2006), a lâmpada fluorescente, criada por Nikola Tesla, é um tipo de lâmpada que foi introduzida no mercado consumidor em 1938. Ao contrário das lâmpadas de filamento, possui grande eficiência por emitir mais energia eletromagnética em forma de luz do que calor.

Ao se energizar esse tipo de lâmpada, os eletrodos geram uma corrente elétrica que, ao passar através da mistura gasosa - argônio e vapor de mercúrio, por exemplo, emite radiação ultravioleta. A luz UV é, então, absorvida pelo tungstato de magnésio ou pelo silicato de zinco, os materiais mais usados no revestimento interior do tubo.

Essas substâncias têm a propriedade de transformar o comprimento de onda invisível do ultravioleta em luz visível, que é refletida para o ambiente. A lâmpada fluorescente é mais econômica que a incandescente, pois, aquece menos e assim, dissipa menos energia em forma de calor para o ambiente.

2.2.3. Funcionamento das lâmpadas fluorescentes

Segundo Pinto (2013), as lâmpadas possuem um par de eletrodos em cada extremo. O tubo de vidro é coberto com um material. Este, quando excitado com

radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases, produz luz visível. O circuito de uma lâmpada fluorescente compacta eletrônica é alimentado por uma tensão de entrada da linha CA que é de 127/220 Volts por 60 Hz, ela tem um filtro de EMI para bloquear o ruído gerado pelo circuito de comutação interna para que não retorne a rede elétrica. Um retificador com diodos e um filtro através de um capacitor, um semi-inteiros conversor de CC para CA (comutação com dois transistores) que eleva frequência de oscilação em 20 KHz ou mais. A alta frequência elimina substancialmente o efeito estroboscópico de cintilação da luz.

Este tipo de lâmpada requer uma corrente para pré-aquecer os filamentos, uma alta tensão para ignição, e uma corrente alternada de alta frequência para o funcionamento. Pode-se dizer que seu filamento só tem a utilidade de aquecer e não de iluminar como acontece nas lâmpadas incandescentes, (BLEY; 2012).

Atualmente, as lâmpadas fluorescentes compactas estão sendo substituídas por lâmpadas LED que são mais econômicas, menos perigosas e mais duráveis.

2.2.4. Vantagens das lâmpadas fluorescentes

Para Moraes Júnior (2011) iluminação fluorescente é de 66% mais barata do que a iluminação incandescente, proporcionando o mesmo brilho. Quando se considera que $\frac{1}{4}$ do consumo de energia elétrica de toda a casa é feita através de lâmpadas, a economia pode ser considerável.

As lâmpadas fluorescentes duram mais que as lâmpadas incandescentes, só que não duram mais que as lâmpadas de LED. Em média, uma lâmpada ou tubo tem uma vida útil seis vezes maior do que uma lâmpada incandescente. Eles tendem a queimar menos com o uso contínuo, e pode ser ligado e desligado, sem ter medo de queimá-lo. As luzes não emitem calor, que os torna excelentes para áreas onde o calor adicional pode causar o mau funcionamento de equipamentos ou incomodar os usuários, (MIQUELIN; 2011).

2.2.5. Desvantagens das lâmpadas fluorescentes

Segundo Moraes Júnior (2011), o custo inicial do sistema de iluminação fluorescente pode ser até três vezes mais elevado do que outros tipos de lâmpadas. Muitas pessoas veem isso como significando que as lâmpadas fluorescentes são mais caras, mas a verdade é exatamente o oposto, uma vez que eles duram mais e economizam dinheiro no longo prazo.

Algumas lâmpadas fluorescentes podem tremer visivelmente e produzem uma

luz desigual que pode incomodar alguns usuários. Uma vez que o passar rapidamente torna-se óbvio para os olhos, não há escolha, mas para substituir a lâmpada. A iluminação fluorescente é muitas vezes menos atraente. A menos que você invista em formas decorativas especiais para esconder as lâmpadas, eles são muitas vezes visíveis e pode levar muito do aspecto visual da praça.

2.3. Iluminação LED

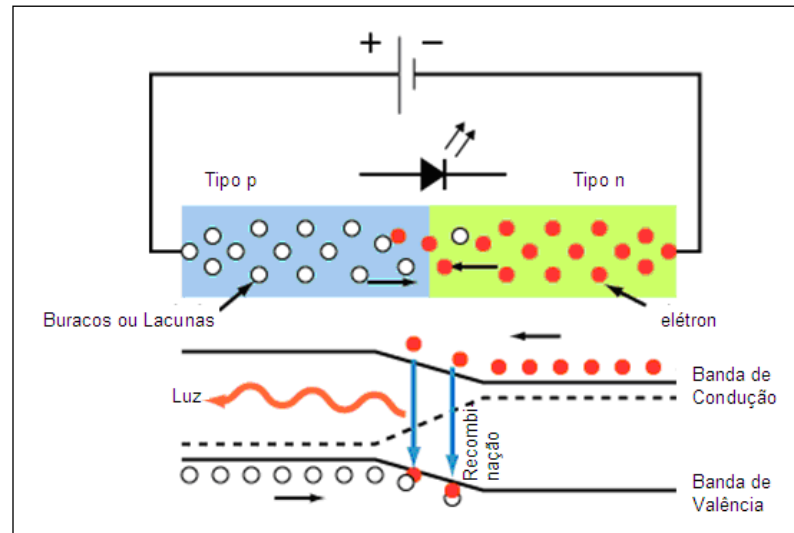
As lâmpadas de LED são as mais modernas e consideradas as do futuro. Sua tecnologia moderna permite um baixíssimo consumo de energia que a tornam muito atraente. Como desvantagens temos ainda o seu altíssimo custo.

Segundo o INMETRO (2015) as LED podem durar quatro vezes mais do que as fluorescentes compactas. Entretanto, alguns fatores não relacionados com a qualidade do produto podem afetar sua durabilidade, como oscilações da rede elétrica ou mau contato no ponto de instalação. A garantia também é mais longa do que as das lâmpadas comuns. Então, se o produto parar de funcionar ou tiver a sua eficiência luminosa reduzida antes do prazo de garantia terminar, configurando um defeito, você pode solicitar a substituição.

2.3.1. Aspectos Gerais do Diodo emissor de luz (LED)

Para Marteleto (2011), os diodos emissores de luz - dispositivos manifestos pela abreviatura em língua inglesa LED (*Light Emitting Diode*) - são fontes luminosas para iluminação artificial. Os LEDs são compostos de camadas diferentes de semicondutores em estado sólido, que transformam energia elétrica diretamente em luz monocromática, ao contrário a uma lâmpada incandescente, que emana um espectro contínuo de luz.

Figura 1 – Esquema de Funcionamento Interno de um LED



Fonte: MARTELETO, D.C., 2011

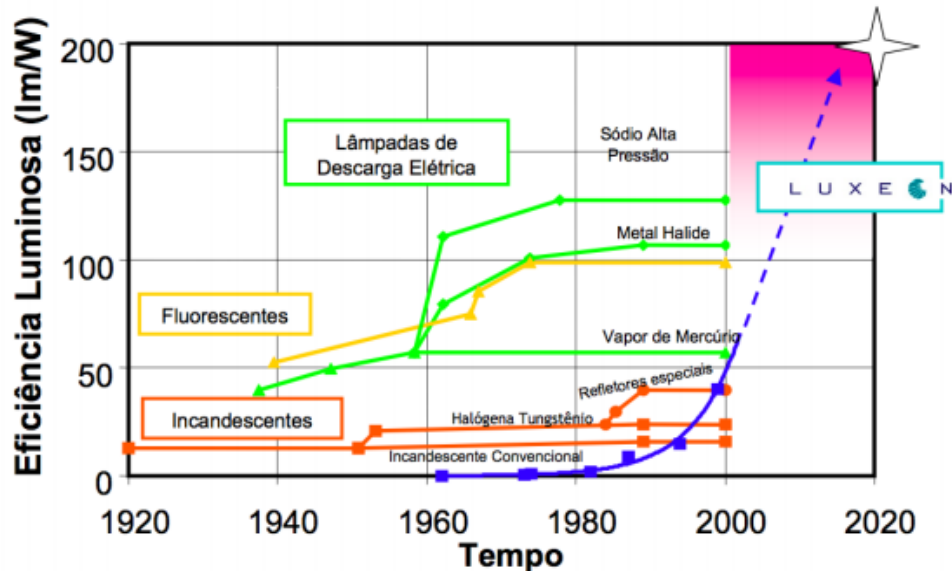
Marteleto (2011) ainda informa que, caso a tensão aplicada entre anodo e catodo do semiconductor for de valor apropriado aos elétrons do material do tipo n e as lacunas do material do tipo p, ambos se deslocam em direção a junção p-n, como na Figura 1. Esta recombinação determina que a energia do elétron livre não ligado seja transferida para outro estado inferior. Essa energia é dada na forma de fótons. Em materiais como arsenieto de gálio (GaAs) ou fosfeto de gálio (GaP), o número de fótons da energia luminosa é suficiente para criar uma fonte de luz bem visível. Esse processo de emissão de luz com aplicação de uma fonte elétrica é chamado de eletroluminescência. O comprimento de onda da radiação emitida depende da banda de energia entre dois níveis contínuos do material semiconductor. Cada material terá seu próprio nível de energia na sua estrutura atômica. Quanto maior a distância do elétron ao núcleo, maior é o nível de energia e maior a frequência.

2.3.2. A História do LED

O LED existe desde 1962 e era apenas utilizado para sinalização devido ao seu baixo fluxo luminoso (emissão de luz), restrita gama de cores e baixa potência. Foi em meados da década de 1990, após muitas pesquisas e investimentos, que o Dr. Shuji Nakamura da Nichia Chemical Corporation inventou o LED azul com alto fluxo luminoso que, juntamente com uma camada de fósforo, gera luz branca (BLEY; 2012). Com isso possibilitou-se a utilização do LED na iluminação. Desde então novas pesquisas se seguiram visando melhorar alguns aspectos desta tecnologia,

como por exemplo: dissipação de calor, eficiência energética, índice de reprodução de cor e fluxo luminoso. Hoje já há um grande avanço nestes e em outros aspectos e a previsão é de que isto continue evoluindo rapidamente.

Figura 2: Evolução da Eficiência Energética das Fontes de Luz Artificial



Fonte: BLEY, F. B., 2012

Desde sua criação em 1963, pelo Engenheiro norte-americano Nick Holonyac, o LED é considerado um elemento importantíssimo para facilitar a vida das pessoas, pelos mais diversos motivos o diodo emissor da luz – Light Emitting Diode, nomenclatura original e simplificada pela sigla LED, (PINTO; 2013).

No início, o LED foi apresentado somente na cor vermelha, e praticamente era utilizado para demonstrar se um equipamento estava ligado ou desligado. Em seguida o LED amarelo, e em 1975 surge o LED de cor verde, bem mais potente e prático, (PINTO; 2013).

2.3.3. Lâmpadas de LED

O LED é um dispositivo eletrônico semicondutor, que quando polarizado diretamente dentro do mesmo, ocorre a recombinação de lacunas e elétrons livres. Com isso é possível gerar iluminação através desse dispositivo com baixo consumo de energia, o que propicia uma enorme eficiência energética nas lâmpadas onde forem utilizados, (NOVICKI; JACKSON; 2008).

No entanto, as luminárias tradicionais estão em sua última perfeição do seu desenvolvimento e pouco tem sido acrescido nos últimos anos à sua eficiência energética ou tecnológica. Quanto às luminárias LED, estas estão apenas no início de seu desenvolvimento tecnológico. Com o desenvolvimento dos LED's azuis, no ano de 1990, e o aumento da emissão de luz para a ordem de dezenas de lumens por watt, os LED's passaram a ser utilizados na arquitetura, para iluminação e decoração de interior e exterior, e atualmente estão ganhando espaço na iluminação pública.

2.3.4. Aplicações das lâmpadas de LED

São raros os produtos eletrônicos produzidos atualmente que não utilizam nenhum LED, indo desde pequenos dispositivos *Bluetooth* USB até os sinalizadores nas asas dos aviões. Lâmpadas LED capazes de substituir as fluorescentes e fosforescentes ainda têm um preço de aquisição relativamente caro, mas esse valor é compensado em longo prazo, na forma de economia na conta de luz, (SOUSA; FERRARI; 2012).

Além de servir como indicadores luminosos e iluminação básica, os LEDs também têm substituído as lâmpadas convencionais em outra área, como nas famosas "TVs de LED" vendidas hoje. Essas telas (que não são feitas de LED) passaram a usar a luz do diodo para iluminar a imagem que aparece logo à frente no painel LCD, substituindo as lâmpadas brancas, (MACHADO; 2011).

2.3.5. Funcionamento das Lâmpadas de LED

Segundo Ferreira J. J. (2014), *LED (Light Emitting Diode)* é um componente eletrônico semicondutor que emite luz quando conduz, também chamado de diodo emissor de luz. Sua funcionalidade é emitir luz em locais ou instrumentos mais convenientes no lugar de uma lâmpada. Sua luz consiste de uma banda espectral relativamente estreita e é produzida pelas interações energéticas do elétron.

O LED que usa arsenito de gálio, emite radiações infravermelhas que ao dopar-se com fósforo, a emissão pode ser vermelha ou amarela, dependendo da concentração. Utilizando-se fosfeto de gálio com dopagem de nitrogênio, a luz emitida pode ser verde ou amarela. Hoje em dia, com o uso de outros materiais,

consegue-se fabricar LED que emitem luz azul, violeta e até ultravioleta, (PINTO; 2013).

2.3.6. Vantagens das lâmpadas de *LED*

Segundo OSRAM (2017), os LED's oferecem diversas vantagens sobre as demais tecnologias de iluminação. Os usuários, profissionais e os consumidores domésticos se beneficiam na mesma medida das possibilidades ilimitadas do design baseado na variedade de cores, dimensões compactas e flexibilidade dos módulos de LED. Baseado no consumo baixo de energia, vida útil longa e intervalos maiores de manutenção, grandes benefícios econômicos são produzidos. Além disso, os LED's individuais oferecem máxima confiabilidade, mesmo em condições ambientais difíceis.

- Tempo de vida útil – Possuem um tempo de vida útil em média de 50 mil horas. Se ligado durante 8 horas por dia alcança até 17 anos de uso;
- Depreciação luminosa – Praticamente não altera o brilho com o seu uso. Uma Fluorescente Compacta chega a perder 84% do seu fluxo luminoso após duas mil horas de uso;
- Economia de energia – As lâmpadas de LED podem economizar muito mais energia do que outras lâmpadas convencionais; não gera calor – Como não emitem raio infravermelho, não geram calor, ou seja, a superfície iluminada por LED fica na temperatura ambiente.

Para Moraes Júnior (2011), as lâmpadas fluorescentes compactas, que estão substituindo em muitos lugares as lâmpadas incandescentes, serão no futuro substituído pelas lâmpadas de estado sólido LED. Previu-se o ano de 2015, que 20% da iluminação seja feita com lâmpadas LED's que, além do alto rendimento, possuem uma vida útil de 100 mil horas.

2.3.7. Lâmpadas de LED's e suas Desvantagens

A implantação de iluminação em LED requer cuidados especiais para que seus benefícios sejam alcançados, é o que informa Moraes Júnior (2011). Dessa

forma, para que um projeto tenha um resultado de sucesso, a procura por mão de obra especializada é imprescindível, porém a oferta desse trabalho específico não é tão grande quanto a procura, fazendo com que os valores destes prestadores sejam elevados. Outras desvantagens das Lâmpadas de LEDs, (INMETRO; 2015).

a) Sobretensão - A rede elétrica está vulnerável a alterações no sistema, como picos de alta/baixa tensão. Para proteger sua lâmpada LED é indispensável investir em aparelhos de segurança para impedir prejuízos na iluminação.

b) Custo - Como se trata de uma nova tecnologia o custo se comparado com outras fontes de iluminação é notavelmente mais alto.

c) Rede – Acrescenta os efeitos da adição dos semicondutores na rede.

2.3.8. Vida útil da lâmpada LED

Na verdade, tais declarações são realmente arbitrárias – ninguém de fato sabe como definir a vida útil de uma lâmpada LED até agora. Isso porque LEDs não queimam como uma lâmpada incandescente; em vez disto, o brilho dela lentamente vai se dissipando. Assim, se a vida útil da sua LED é relacionada como 25 mil horas, este é o ponto quando sua lâmpada provavelmente estará brilhando a mais ou menos 70% da capacidade, a indústria assume que as pessoas de fato percebem uma redução no brilho neste ponto, (MAMEDE; 2007).

Alguns engenheiros sugeriram até mesmo que as lâmpadas sejam feitas de modo a aumentar a potência do LED para combater este problema – no entanto, isto tenderia a derrotar o propósito de uma lâmpada que economiza energia. Isto também reduziria a sua vida útil, (NOVICK; JACKSON; 2008).

2.4. Norma NBR 5101

A ABNT (2012) NBR 5101 estabelece os requisitos, considerados como mínimos necessários para iluminação de vias públicas, os quais são destinados a propiciar segurança aos tráfegos de pedestres e veículos. A iluminação para o pedestre, muitas vezes negligenciada nas décadas passadas, atualmente, teve a importância reconhecida e consolidada a partir de 2012, quando foram estabelecidos os requisitos mínimos de iluminância e uniformidade. Um dos novos critérios que pode ser discutido para melhoria na avaliação da iluminação de pedestres pode ser a iluminância vertical não somente nas faixas de pedestres, mas também nas calçadas e demais vias específicas para pedestres.

As condições específicas para ciclovias, ciclo-faixa e áreas de conflito entre pedestres, ciclistas e veículos também devem ser criadas e revisadas para os projetos que necessitem estas condições particulares. Isso sempre tendo em vista a qualidade de vida das pessoas, a ocupação dos espaços públicos com atividades lícitas e de que maneira os critérios normativos podem auxiliar para o trânsito seguro e o auxílio a redução dos índices de acidentes.

Segurança do tráfego de veículos e pedestres é o objetivo principal do sistema de iluminação pública que visa proporcionar visibilidade destes de forma instantânea, concisa e confortável. Para o provimento de benefícios econômicos e sociais para os cidadãos os projetos de iluminação pública devem atender aos requisitos específicos do usuário, incluindo a redução de acidentes noturnos; melhoria das condições de vida, principalmente nas comunidades carentes; auxílio à proteção policial, com ênfase na segurança dos indivíduos e propriedades; facilidade do fluxo do tráfego; destaque a edifícios e obras públicas durante à noite; eficiência energética, (ABNT; 2012).

Para que produzir-se iluminação adequada e utilização racional da energia o projetista e o usuário deverão utilizar lâmpadas, reatores e luminárias eficientes, com distribuições apropriadas para cada tipo de instalação, luminárias com posicionamento e alturas de montagem adequadas, um bom programa de manutenção para assegurar a integridade do sistema e a preservação do nível de iluminação considerado no projeto (ABNT; 2012).

2.4.1. Norma de iluminação de praças e parques

Nas cidades, as praças e parques contribuem não só para o embelezamento, mas também promovem o lazer, recreação e o convívio entre as pessoas. Dessa forma, uma atenção especial deve ser dada na elaboração dos projetos de iluminação destes espaços públicos, no sentido de torná-los seguros e convidativos à comunidade. Contudo, a iluminação é apenas um dos muitos componentes responsáveis pela melhoria do ambiente urbano. Sempre que necessário, deve-se promover uma reforma nas condições desses espaços públicos (ABNT; 2012).

Algumas praças ou parques, em função de sua concepção arquitetônica, apresentam áreas distintas de utilização como jardins, brinquedos, jogos de mesa, quadras, etc. Nestes casos, podem ser aplicados critérios de projetos diferenciados para cada espaço. Efeitos atrativos podem ser criados pelo uso de lâmpadas com temperatura de cor diferente. Por exemplo, se utilizarmos lâmpadas VS para a iluminação do entorno, o interior da praça pode ser iluminada com lâmpadas VMT. A iluminação de escadas e rampas para acesso dos pedestres deve ser ponto de atenção e considerados na locação dos postes de forma que

estas mudanças de nível sejam bem visíveis. Estátuas, árvores, coretos e outros pontos de interesse especial, podem ser individualmente iluminados. Postes com altura de montagem superior a 5 metros somente devem ser instalados em praças e calçadas onde é possível o acesso dos veículos de manutenção. Esta restrição vale também para os espaços onde o piso não estiver adequado ao peso destes veículos. Se uma praça possuir pequenas dimensões, a melhoria da iluminação das vias do entorno pode evitar a instalação de um projeto específico. Nos calçados, a disposição da iluminação não deve obstruir o acesso dos veículos de emergência ou de manutenção, (CEMIG; 2012).

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

3.1. Classificação da pesquisa quanto aos fins

Para se estudar sobre a viabilidade técnica e econômica na substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, optou-se por uma pesquisa de natureza quantitativa, por se tratar de um objeto de estudo que tem como objetivo avaliar o custo-benefício do projeto e prazo de retorno do investimento. A mesma é classificada quanto ao nível em exploratória, visto que há escassez de dados no município de estudo logo também descritiva e delineada como pesquisa de campo.

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 como auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc, (FONSECA, 2012).

3.2. Classificação da pesquisa quanto aos meios

A pesquisa se baseou no método do estudo de caso, pois se investigou um fenômeno dentro do seu contexto real, no qual as condições contextuais referem-se ao objeto que está sendo estudado. YIN (2005) comenta que a escolha da metodologia de estudo de caso deve-se ao fato de ser uma técnica de investigação de comportamentos que não podem ser manipulados isoladamente e devem ser analisados em conjunto. Segundo Machado (2016) o estudo de caso reúne informações tão numerosas e tão detalhadas quanto possível, com vistas a apreender a totalidade da situação.

O estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. (GIL, 2002). Severino (2007, p. 121) complementa que o estudo de caso é definido como “pesquisa que se concentra no estudo de um caso particular, considerado representativo de um conjunto de casos análogos, por ele significativamente representativo”.

3.2.1. Caracterização e quantificação do universo e sujeitos do estudo

O local a ser desenvolvida a pesquisa é a Praça Monsenhor Jorge Lopes que

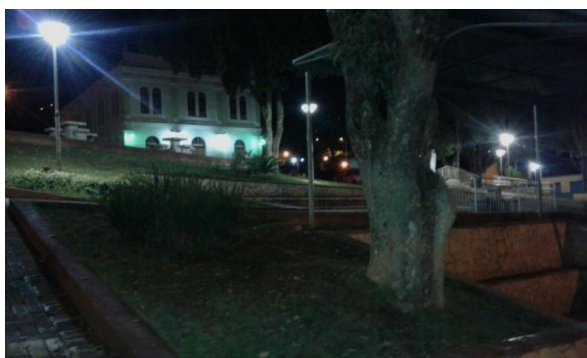
está situada na cidade de Malacacheta-MG, na Avenida Pedro Abrantes no centro da cidade. Esta praça é um dos pontos turísticos da cidade, pois está situada ao lado da igreja matriz, sendo uma das praças mais antigas da cidade e que recentemente passou por obras de reforma.

A praça é dividida em três partes e sua área é de trezentos metros quadrados, possuindo 30 lâmpadas fluorescentes de 100 watts cada, com ligação realizada de forma de manual.

Ressalta-se que a instalação elétrica da Praça Monsenhor Jorge Lopes, é datada do ano de 1980 e além do teor decorativo e turístico desta praça, a mesma é usada pela população também para algumas festividades, como por exemplo, serestas e quermesses.

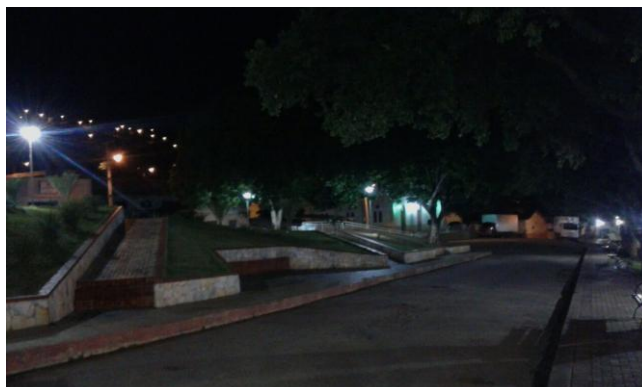
As figuras 3,4,5 e 6 representam imagens reais da Praça Monsenhor Jorge, objeto de estudo deste trabalho.

FIGURA 3: Praça Monsenhor Jorge



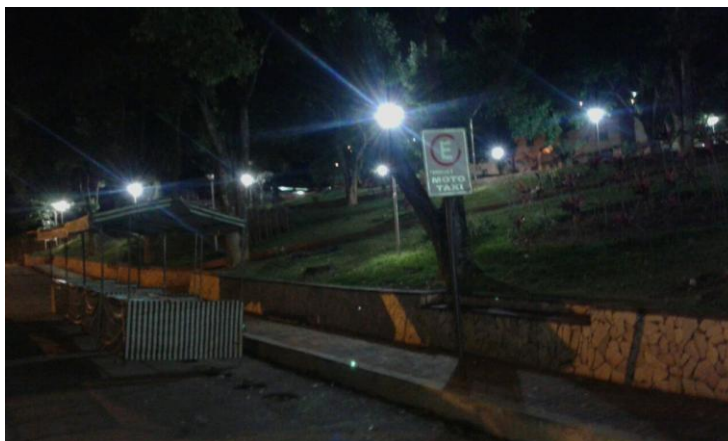
Fonte: Aatoria Própria, 2017

FIGURA 4: Praça Monsenhor Jorge



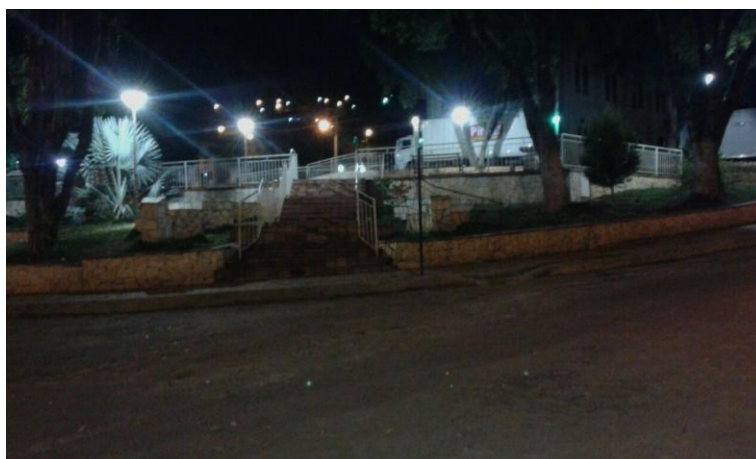
Fonte: Aatoria Própria, 2017

FIGURA 5: Praça Monsenhor Jorge



Fonte: Autoria Própria, 2017

FIGURA 6: Praça Monsenhor Jorge



Fonte: Autoria Própria, 2017

3.3. Procedimento de Coleta De Dados

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica para embasar cientificamente esta pesquisa e posteriormente foram realizadas visitas na Praça Monsenhor Jorge Lopes e no departamento da Prefeitura detentora de documentos regulamentadores da mesma. Tal ato foi necessário para colher as informações, como por exemplo, as contas de luz, disponível no Anexo A, que contém o detalhamento do consumo de energia elétrica da praça nos últimos 12 meses. Foi realizado orçamento em duas empresas distintas: Delevy (Elétrico e Hidráulico) e Luso Brasil (Materiais de construção).

O local em questão não possuía planta baixa por ser antiga e na época da sua execução não havia exigência do referido documento para sua construção.

Diante do exposto elaborou-se o projeto elétrico da mesma, na prefeitura, colheu-se dados como quantidade de lâmpadas e luminárias dispostas no ambiente, bem como a potência das mesmas, a tensão de fornecimento e a sua forma acionamento no quadro de distribuição.

3.4. Formas de Análise dos Dados, Interpretação e Apresentação dos Resultados

Para a realização do trabalho comparativo entre as lâmpadas fluorescentes e de LED os dados serão analisados e calculados de acordo com os percentuais de conversão de iluminância das respectivas lâmpadas, considerando como exigência de qualidade que as eficiências dos dois sistemas de iluminação atendem aos parâmetros fornecidos pela norma regulamentadora 5101. Esta Norma fixa requisitos à iluminação pública de 1992, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), aplicada a praças públicas a norma não especifica a quantificação de luminárias e lâmpadas, portanto optou-se em deixar na forma original.

Com base nos estudos realizados na revisão de literatura serão correlacionados os valores pertinentes e essenciais para a pesquisa alcançando um resultado autêntico.

Por fim, os dados serão apresentados através de gráficos confeccionados no software Microsoft Excel como tabelas, dados totais, percentual e média aproximada, relacionando esses valores com os objetivos específicos propostos nesse trabalho.

3.5. Realização *Pay-Back*

O tempo de retorno, ou ainda, *Pay-back* é o método mais usado para avaliar investimentos de eficiência energética. Consiste simplesmente na determinação do número de períodos necessários para recuperar o capital investido, ignorando as consequências além do período de recuperação e o valor do dinheiro no tempo. Normalmente é recomendado que este método seja usado como critério de desempate, se for necessário após o emprego de um dos métodos exatos,

(NEWNAN; LAVELLE, 2000).

O Pay-Back simples é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento. O Pay-Back pode ser:

- Nominal, se calculado com base no fluxo de caixa com valores nominais;
- Presente líquido: se calculado com base no fluxo de caixa com valores trazidos ao valor presente líquido.

Qualquer projeto de investimento possui de início um período de despesas (em investimento) a que se segue um período de receitas líquidas (líquidas dos custos do exercício). As receitas recuperam o capital investido. O período de tempo necessário para as receitas recuperarem a despesa em investimento é o período de recuperação. O período de recuperação pode ser considerado com o cash-flow atualizado ou sem o cash-flow atualizado. Trata-se de uma das técnicas de análise de investimento alternativas ao método do Valor presente líquido (VPL). Sua principal vantagem em relação ao VPL é que o Pay-Back leva em conta o prazo de retorno do investimento e, conseqüentemente, é mais apropriado em ambientes de risco elevado (ROSS; 2010).

Para a realização do Pay-Back, levou-se em conta o investimento feito coma aquisição das trinta novas lâmpadas de LED, a vida útil e a sua redução no consumo anual que ela proporcionara em comparação com a as lâmpadas fluorescentes e ao seu consumo e as trocas realizadas no final da vida útil das mesmas. Foram solicitados 2 (dois) orçamentos para o conhecimento dos valores das lâmpadas utilizadas neste estudo, solicitado ainda as 12 ultimas contas de energia elétrica da praça, porém, apenas 01 foi fornecida, feito nova tentativa no site e na atendente da companhia fornecedora de energia elétrica porem precisaria de ser um responsável legal a solicitação.

3.5.1 Apresentação dos Resultados obtidos

Foram efetuados cálculos utilizando dados do Quadro1 para dados de orçamento, verificado nos Anexos B e C, em que estes dados técnicos também foram fornecidos pelo fabricante (Anexo D e E) e os dados de consumo foram obtidos através de análise da fatura de consumo, como é possível visualizar na

conta de energia no Anexo A deste trabalho.

Para verificar a viabilidade da troca das lâmpadas fluorescentes por LED realizou-se a comparação do valor de investimento, vida útil e potência em Watts de ambas. Posteriormente, calculou-se o consumo de kWh por mês dessas lâmpadas, usando a fórmula $P \times h \times Nd / 1000$ correlacionando os resultados obtidos será possível identificar o prazo de retorno do investimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados que serão apresentados dispõem sobre as informações obtidas durante as visitas técnicas à praça Monsenhor em Malacacheta – MG.

Teve como instrumento de aplicação a análise documental em contas de consumo energético e em documentos disponíveis referentes a esta, bem como elaboração da planta baixa da praça para criar posteriormente o projeto elétrico da mesma, balanços comparativos com a finalidade de apresentar a viabilidade econômica da substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de tecnologia *LED*, sendo observada para os devidos fins a quantidade de luminárias na área de acordo com a norma regulamentadora NBR 5101, o número de lâmpadas em funcionamento, avaliação a custo-benefício do projeto e prazo de retorno do investimento.

De acordo Bull (2015) a tecnologia LED proporciona a redução do consumo de energia elétrica, redução na emissão de CO₂, melhor aproveitamento da luz emitida, redução dos danos à saúde, redução da emissão de raios UV/IR, restringir a atração de insetos bem como a redução dos custos e trabalhos recorrentes com manutenção, portanto neste trabalho optou-se pela implantação desta tecnologia na iluminação da praça Monsenhor.

Ascurra (2013) afirma em suas pesquisas que a tecnologia LED, é uma evolução para a iluminação pública, uma vez que o seu consumo energético inferior as lâmpadas tradicionais, obteve assim acréscimo de iluminância média, melhorou a uniformidade da luz emitida, bom desempenho na qualidade da energia elétrica e retorno financeiro favorável. Sendo assim, se mostra uma nova alternativa para projetos de eficiência elétrica em sistemas de iluminação pública.

4.1. Estudo Econômico Comparativo Lâmpada Fluorescente X LED

O Quadro 1 abaixo apresenta o comparativo do desempenho individual da Lâmpada fluorescente e da lâmpada LED, tais como potência (w), tensão, fluxo luminoso, vida útil em horas, preço unitário médio, número de horas acesas/dia, número de horas acesas/ano, expectativa vida útil (anos), tarifa energética em minas gerais (R\$/kwh), gasto de eletricidade R\$/dia, gasto de eletricidade R\$/mês, gasto de eletricidade R\$/ano, número de lâmpadas e número de luminárias.

Tabela 1: Dados das lâmpadas fornecidos pelo fabricante com valores do fabricante e cálculos dos autores.

DESEMPENHO	FLUORESCENTE	LED
POTÊNCIA (W)	100	50W
TENSÃO	220v	220v
FLUXO LUMINOSO (lm/w)	4250lm	6833lm
VIDA ÚTIL (horas)	6000h	50000h
PREÇO UNITÁRIO MÉDIO	120,85	108,92
NÚMERO DE HORAS ACESAS/DIA	10h	10h
NÚMERO DE HORAS ACESAS/ANO	3650	3650
EXPECTATIVA VIDA ÚTIL (anos) vida útil/ (nº horas acesas/ano)	1,64	13,69
TARIFA ENERGÉTICA (R\$/kWh)	0,38	0,38
CONSUMO DE kWh/MÊS	31,5kWh	15kWh
CONSUMO DE kWh/ANO	378kWh	180kWh
GASTO DE ELETRICIDADE R\$/MÊS	11,97	5,70
GASTO DE ELETRICIDADE R\$/ANO	143,64	68,40

Fonte: Próprios autores, 2017.

Uma lâmpada fluorescente de 100w equivale à uma lâmpada de tecnologia LED de 50w da mesma tensão conforme tabela de conversão de Maia (2017) em anexo G, esta tem ainda o seu fluxo luminoso (lm) 62,19% mais elevado, vida útil 8 vezes maior, custo de aquisição 9,88% mais em conta e é a metade do consumo da fluorescente.

Com o cálculo do Consumo de kWh por mês da lâmpada LED e a Fluorescente, usando a fórmula $P \times h \times Nd / 1000$, foi possível verificar que haverá uma redução de 40% em média no custo do consumo de energia elétrica efetuando a troca das lâmpadas fluorescentes por LED, (VIERA. 2015).

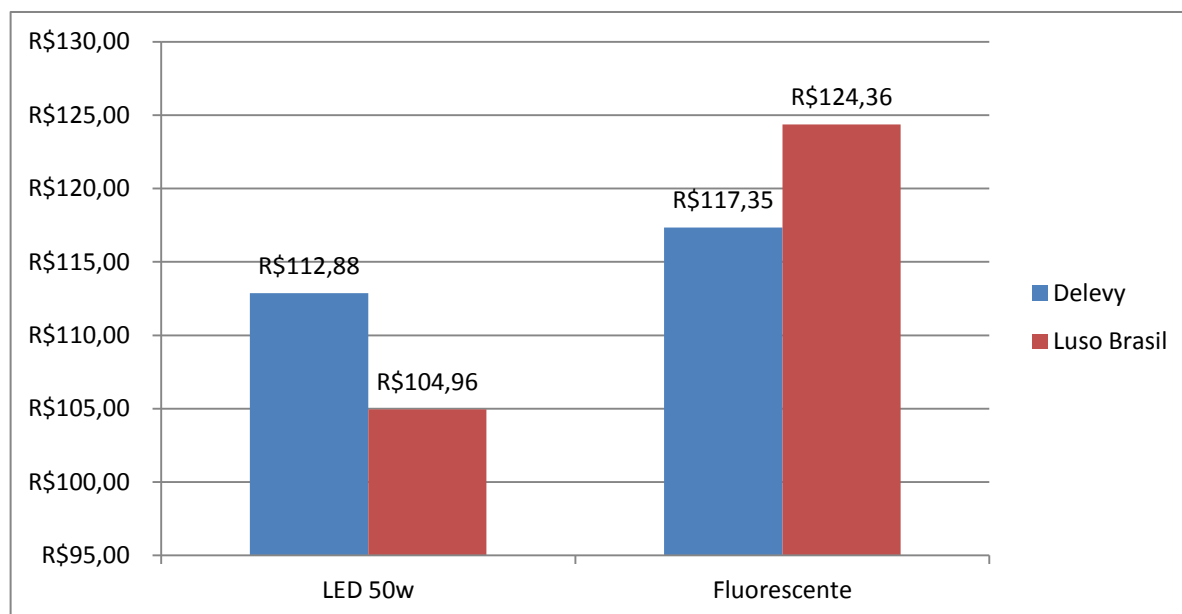
A relação entre fluxo luminoso e potência (lúmens/watt) compreende a eficiência energética da lâmpada. Fluxo luminoso é a quantidade de luz emitida por segundo por uma fonte luminosa, portanto quanto mais lúmens produzidos para cada watt consumido mais eficiente é a lâmpada (BLEY; 2012).

Segundo Bley (2012) os LED's não emitem IR (raios infravermelhos) nem UV (ultravioleta) no fecho luminoso, garantindo assim a qualidade dos objetos iluminados e não contribuindo com a elevação da temperatura ambiente, já as lâmpadas fluorescentes são as que mais emitem UV, apesar de ser em pequena quantidade. Os IR são percebidos na forma de calor e os UV são responsáveis pelo desbotamento de cores e prejudiciais ao ser humano.

4.2. Análise Orçamentária

No Gráfico 1 são apresentados os resultados relativos aos valores unitários das lâmpadas de LED 50w e fluorescente 105w nas empresas Delevy e Lusobrasil, conforme orçamentos pesquisados a campo, contidos nos anexos B, C e D deste trabalho. Ressalta-se que foi disponibilizado apenas orçamentos em duas empresas devido à alta potência da lâmpada, não sendo comumente comercializada em empresas de pequeno porte como as disponíveis na região.

Gráfico 1: Comparativo entre o valor pecuniário das lâmpadas *LED* e a fluorescente



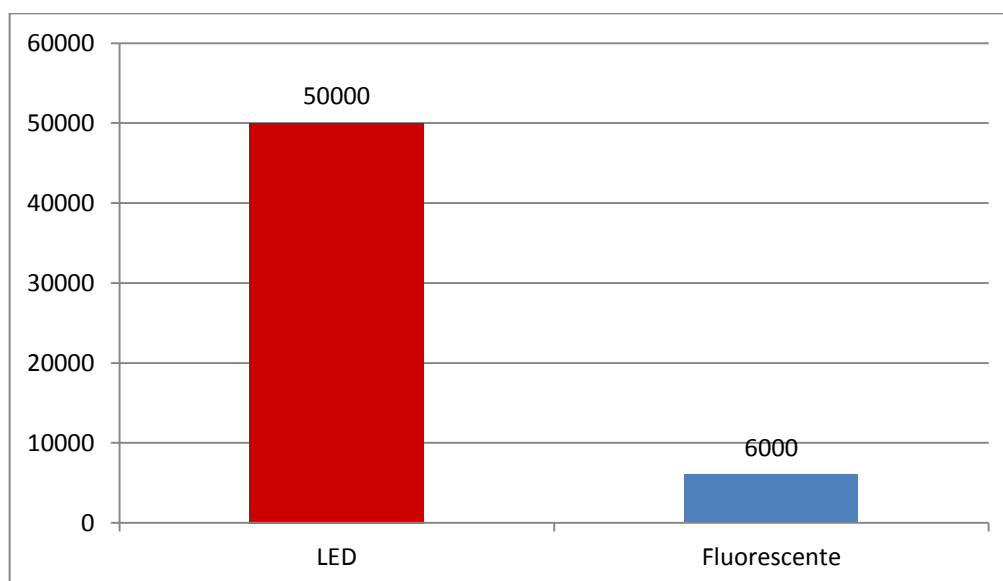
Fonte: Orçamento de Lâmpadas fluorescentes e LED na empresa DELEVY COMERCIAL LTDA, 2017

O valor unitário da lâmpada LED variou 7,01% enquanto a fluorescente variou 5,6%. A lâmpada fluorescente tem o valor pecuniário médio 9,88% mais elevado do

que a lâmpada LED. O investimento necessário para a substituição de todas as lâmpadas fluorescentes de 100w por lâmpadas de tecnologia LED seria em média de R\$3260,1.

Bley (2012) afirma que os fabricantes normalmente especificam a vida mediana das lâmpadas por sempre se tratar do maior valor. Mas para os LEDs é muito importante que seja utilizado o valor da vida útil, já que ocorre uma redução de 30% do fluxo muito antes da lâmpada queimar, necessitando a troca da lâmpada no final da sua vida útil. Para efeito de comparação deve ser utilizado o tempo necessário para se trocar cada lâmpada, independentemente de este ser a vida média, mediana ou útil. Isso varia de lâmpada para lâmpada. Uma das principais vantagens dos LEDs em relação às lâmpadas convencionais é a sua durabilidade, como se pode observar a seguir no gráfico 2 que compara a vida útil das lâmpadas fluorescentes e lâmpadas com tecnologia LED em horas, sendo notório que a LED tem a uma durabilidade em horas 88% maior do que a fluorescente.

Grafico2: Vida útil das lâmpadas LED e fluorescente em horas



Fonte: Dados fabricante (anexos D e E),2017.

4.3. Pay-Back Simples

As lâmpadas fluorescentes de alta potência duram em média um ano e seis meses, isso equivale a seis mil (6000) horas de uso. Já a lâmpada de LED de alta potência dura em média 13 anos e meio, o que equivale a cinquenta (50000) mil

horas de uso. No período de 18 (dezoito) meses o gasto com consumo de energia dessa praça com 30 lâmpadas fluorescentes ligadas por 10h/dia será em média de R\$ 6.463,80 e ao findar este período contando com a troca destas lâmpadas devido final de sua vida útil terá acréscimo no investimento para aquisição de novas lâmpadas fluorescentes para substituição que fica em torno de R\$ 3.625,60 , já na aplicação do projeto de troca dessas lâmpadas já instaladas por lâmpadas de tecnologia LED, no mesmo período de 18 meses terá o gasto com aquisição inicial de R\$ 3.267,60 e de consumo energético de R\$ 3.078,00, totalizando um investimento com a substituição das lâmpadas de R\$ 6.345,60e ao findar deste período o investimento será apenas com o consumo de energia elétrica visto que a vida útil do LED é de em média 13 anos conforme dados do fabricante , portanto o tempo de retorno do investimento será de média 01 (um) ano e com uma redução de 47,6% no consumo de energia elétrica.

Tabela 2: *Payback* da substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas de *LED*

TEMPO	INVESTIMENTO + GASTO ANUAL DE ENERGIA ELETRICA COM FLUORESCENTE		INVESTIMENTO + GASTO ANUAL DE ENERGIA ELETRICA COM LED		ECONOMIA
0	R\$	6.463,00	R\$	6.345,60	-R\$ 117,40
1,5	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
3	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
4,5	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
6	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
7,5	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
9	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
10,5	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
12	R\$	10.088,00	R\$	3.078,00	-R\$ 7.010,00
13,5	R\$	10.088,00	R\$	6.345,60	-R\$ 3.742,40
TOTAL	R\$	97.255,00	R\$	12.691,20	R\$ 84.563,80

Fonte: Autoria própria, 2017.

Observa-se que para a adesão à tecnologia LED o investimento inicial somado ao gasto anual de energia elétrica é 1,8% mais econômico do que permanecer com o uso das lâmpadas fluorescentes. No término dos primeiros 18 meses a qual finda a vida útil da lâmpada fluorescente haverá uma capitalização de 69,5% e ao término da vida útil da LED com 13 anos e meio, essa capitalização terá uma redução devido ao gasto com aquisição de novas lâmpadas, tendo uma economia apenas de 37,1%. Na adequação deste projeto em 13 anos e meio haverá uma economia de R\$ 84 mil. Logo o tempo de retorno do investimento se dá a partir de 01 (um) ano.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho concentrou estudos em soluções baseadas em novas tecnologias e novos conceitos a serem implementados em iluminação, visando à redução no consumo de energia elétrica.

O presente trabalho de conclusão de curso permitiu perceber as vantagens dos LED's em relação às lâmpadas fluorescentes e a importância da sua utilização devido a um leque de vantagens tais como maior fluxo luminoso (62%); Vida útil 88% maior; Valor de aquisição 9,9% menor e conta ainda com 47,6% de economia no consumo de energia elétrica contribuindo para um consumo consciente deste recurso energético.

Evidencia-se ainda que o investimento na aquisição de lâmpadas de LED é viável, podendo ter aplicações de iluminação versátil quanto à sua utilização que é de forma muito ampla, desde grandes projetos de iluminação até aplicações em móveis e pequenos objetos, visto que esta aplicação tem como desígnios a economia, sustentabilidade, versatilidade, praticidade, redução da manutenção bem como menor agravo à saúde. Isto se deve à eficiência energética e durabilidade dos LED's. Além disso este é reciclável e não possui materiais tóxicos ao meio-ambiente e o ser humano. Por ter menor consumo de energia atenua a emissão de CO₂ e toda energia produzida é convertida em luz.

Verificou-se com os cálculos da viabilidade econômico-financeira do projeto que com a substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas de LED obtivera uma capitalização de 87% em 13 anos e o retorno do investimento poderá ser observado após 01 (um) ano da implantação deste. Logo, estima-se que é de grande valia para o município essa implementação, pois o valor economizado poderá ser investido em outras necessidades básicas deste.

REFERÊNCIAS

ASCURRA, Rodrigo Esteves. Eficiência elétrica em iluminação pública utilizando tecnologia LED: um estudo de caso. Cuiabá, set. 2013. Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em:<
<http://200.129.241.80/ppgeea/sistema/dissertacoes/46.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5101: Iluminação Pública, Rio de Janeiro, 1992. Disponível em:<
https://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/M%20anuais/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf>. Acesso em: 21 de agosto de 2017.

BASTOS, F. C. Análise da política de banimento de lâmpadas incandescentes do mercado brasileiro. Dissertação de mestrado, UFRJ/COPPE, 2011. Disponível em:<
http://ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/felipe_bastos.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2017.

BLEY, Francis Bergmann. LEDs versus lâmpadas convencionais-viabilizando a troca. Especialize-Revista Online. Maio, 2012. Disponível em:<
<http://ipog.edu.br/uploads/arquivos/9892c8941ef4a84c8c47d8a8ccdfda57.pdf>> Acesso em: 24 de agosto de 2017.

BÜLL, Patrícia. Uso de LED pode reduzir em 50% o consumo de energia. Brasil Econômico. 13 de Fev. 2015. Disponível em:
<<http://brasileconomico.ig.com.br/brasil/economia/2015-02-13/uso-de-led-pode-reduzir-em-50-o-consumo-de-energia.html>> Acesso em: 21 de ago 2017.

CEMIG, Distribuição S.A. Companhia Energética de Minas Gerais. Diretoria de Distribuição e Comercialização. Manual de Distribuição Projetos de Iluminação Pública. Novembro de 2012. Disponível em:< <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/documents/nd-3-4p.pdf>>. Acesso em: outubro de 2017.

CLARITEK. Iluminação LED. Disponível em:
http://claritek.com.br/pdf/iluminacao_led.pdf. Acesso em agosto de 2017.

FREITAS, J. A.; ZANCAN. M. D. Eletricidade – 3. ed. – Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria : Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010. 118 p. : il. Disponível em:
http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_automacao/primeira_etapa/eletricidade_2012.pdf>. Acesso em: 24 agosto 2017.

FERREIRA, Juliana Zandona. Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentestubulares T8 e tubulares de LED.2014.Disponível em:
<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3428/1/CT_CECONS_III_2014_11.pdf>. Acesso em: 15 de set 2017.

FERREIRA, João de Jesus. Economia e Gestão da Energia.2014. Disponível em:
<http://www.jesusferreirapt.giganet1.yespt.com/ficheiros_artigos/economia

egest%C3%A3odaenergia.pdf>. Acesso em: 10 de set 2017.

FONSECA, Rômulo Soares. Iluminação Elétrica. McGraw-Hill do Brasil. 6. MOREIRA, 2012. Disponível em:< <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/documents/nd-3-4p.pdf>>. Acesso em: setembro 2017.

Gil, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em:< <http://docente.ifrn.edu.br/mauriciofacanha/ensino-superior/redacao-cientifica/livros/gil-a.-c.-como-elaborar-projetos-de-pesquisa.-sao-paulo-atlas-2002./view>>. Acesso em: setembro 2017.

INMETRO, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Lâmpada LED. 2015. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>>. Acesso em: 20 de out 2017.

MAIA, H.C. Tabela Equivalência Lâmpadas LED. Nível Criativo. HCM. Março 2017. Disponível em: < <https://www.hcm.pt/pt/noticia/tabela-equival-ncia-lampadas-led>>. Acesso em: outubro de 2017.

MACHADO, Jonathan D. Conheça cinco tecnologias LED que vão dominar o mundo. 2011. Disponível em: <<http://reativaeficienciaenergetica.blogspot.com.br/2011/09/>> Acesso em: 20 de set 2017.

MACHADO, Diego de Queiroz, et al. O Modelo Metodológico Quadripolar de Bruyne, Herman e Schoutheete e as Pesquisas Qualitativas de Fenômenos Sociais. Atas CIAIQ. 2016. 285p.

MAMEDE Filho, João. Instalações elétricas industriais. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 932p.

MARTELETO, Douglas Coelho. Avaliação do Diodo emissor de Luz (LED) para iluminação de interiores. Rio de Janeiro-RJ, 2011. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003763.pdf>>. Acesso em: 12 de nov 2017.

MIQUELIN, Juliana Zimbardi. Análise de desempenho de lâmpadas LEDs e LFCs como alternativas em iluminação residencial em função da implementação da portaria ministerial nº 1007 que limita o uso de lâmpadas incandescentes no Brasil. Trabalho de Graduação em Engenharia Elétrica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2011. Guaratinguetá. 2011.

MORAES JUNIOR, Cícero de Sá et al. Custo benefício lâmpadas LED x Fluorescente x Incandescente. 2011. Disponível em:<<http://www.cescage.edu.br/publicacoes/technoeng>> Acesso em 15 de out 2017. NEWNAN, D., & LAVELLE, J. Fundamentos de Engenharia Econômica. São Paulo: LTC. 2000.

NOVICKI; Martinez, JACKSON; Rodrigo. LED's para iluminação pública. 2008. Disponível em:

<<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/>> Acesso em 15 de set. 2017.

OSRAM – Manual Luminotécnico – Iluminação: Conceitos e Projetos. 2017.

Disponível em:

http://www.osram.com.br/osram_br/Ferramentas_&_Catlogos/Downloads/Iluminacao_Geral/Manual_do_Curso_Iluminacao_Conceitos_e_Projetos796562/index.html . Acesso em: 27 de OUTUBRO de 2017.

OKA, M. M. História da Eletricidade. 2000. Disponível em:

<<http://www.lsi.usp.br/~dmi/manuais/HistoriaDaEletricidade.pdf>>. Acesso em: 18 de agosto de 2017.

PADILHA, Marina; JUNG, Felipe; RODRIGUES, Ernande. Estudo comparativo entre lâmpadas fluorescentes e LED aplicado no IFC – Campus Luzerna. 2015. Disponível em: <<http://eventos.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/5/2015/10/ESTUDO-COMPARATIVO-ENTRE-L%C3%82MPADAS-FLUORESCENTES-E-LED-APLICADO-NO-IFC-%E2%80%93-CAMPUS-LUZERNA.>> Acesso em 14 de ago 2017.

PINTO, Rafael A. et al. Sistema de iluminação pública para alimentar LEDs sem consumo de energia durante o horário de ponta empregando conversores integrados. Eletrôn. Potên., Campo Grande, v.18, n.2, p.926-936, mar./mai.2013.

Disponível em:

<http://www.sobraep.org.br/verfile_opub.php?id2=619&id4=wx18n2&id6=aaa&id8=aa> Acesso em: 12 de out 2017.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. Princípios de administração financeira. 2. Ed. São Paulo : Atlas, 2010.

SILVA, Alessandra Lima et al. Viabilidade da transição fluorescente para LED para o IFCE- Campus cedro. 2015. Disponível em:

<http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_249_5.pdf> acesso em 14 de out 2017.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 23ª edição. Sao Paulo: Cortez, 2007. 304 p. Disponível em:<

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3480016/mod_label/intro/SEVERINO_Metodologia_do_Trabalho_Cientifico_2007.pdf>. Acesso em: outubro de 2017.

SOUSA, Thiago de Carvalho; FERRARI, Lucca de Carvalho De Biase. Análise econômica da substituição de lâmpadas fluorescentes por tecnologia LED em uma empresa de manutenção de máquinas. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, Out. 2012. Disponível

em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_WIC_157_913_20488.pdf> Acesso em: 24 de out 2017.

YIN. R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ANEXO A

CEMIG
Distribuição S.A.

Cemig Distribuição S.A. CNPJ 06.981.180/0001-16 / Insc. Estadual 062.322136.0087
Av. Barbacena, 1.200 - 17º andar - Ala A1 - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG

Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002

ILUMINACAO PUBLICA PRACA
RUA GETULIO VARGAS 1 IP
CENTRO
39590-000 MALACACHETA, MG
CNPJ 18.404.871/0001-35

Referente a
SET/2017
Código de Débito Automático:
008021037414

Nº DO CLIENTE
7005721902

NOTA FISCAL - CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA - SÉRIE U Nº 000031245 - PTA Nº16.000114527.70

Classe	Subclasse	Datas de Leitura			Datas da Nota Fiscal		Nº DA INSTALAÇÃO 3003288911
		ANTERIOR	ATUAL	PRÓXIMA	EMISSÃO	APRESENTAÇÃO	
Ilum. Pública B4a Trifásico	Iluminação Pública B4a	02/08	01/09	02/10	01/09	05/10	

Informações Técnicas						
Tipo de Medição	Medição	Leitura Anterior	Leitura Atual	Constante de Multiplicação	Consumo kWh	
Energia kWh Energia kWh	ARC123015818	70.903 0	72.376 0	1 0	1.473 0	

Informações Gerais		Valores Faturados			
<p>Tarifa vigente conforme Res Anel nº 2.248, de 23/05/2017. O pagamento desta conta não quita débitos anteriores. Para estes, estão sujeitas penalidades legais vigentes (multas) e/ou atualização financeira (juros) baseadas no vencimento das mesmas. É dever do consumidor manter os dados cadastrais sempre atualizados e informar alterações da atividade exercida no local. Faça sua adesão para recebimento da conta de energia por e-mail acessando www.cemig.com.br. Leitura realizada conforme calendário de faturamento.</p> <p>AGO/2017 Band: Vermelha - SET/2017 Band: Amarela</p>		Descrição	Quantidade	Preço	Valor (R\$)
		Energia Elétrica kWh	1.473	0,38581425	568,29
		Tarifas aplicadas (sem impostos)			
		Energia Elétrica kWh		0,30143667	
		Adicional Bandeiras - Já incluído no Valor a Pagar			
		Bandeira Amarela			1,25
		Bandeira Vermelha			54,84

Indicadores de Qualidade de Fornecimento				
Potê	Valores Permitidos:			
Mês: 07/2017	Apurado Mensal	Mensal	Trimestral	Anual
DIC	0,00	5,91	11,82	23,64
FC	0,00	3,36	6,72	13,45
DMIC	0,00	3,48	-	-
DICRI	-	12,22	-	-
Tensão: Nominal = 127/220 V Min = 117/202 V Máx = 133/231 V				
Valor Encargo Uso Sist. Distribuição: R\$215,04				

Informações de Faturamento					
Parcelas	Valor R\$	%	Parcelas	Valor R\$	%
Energia	177,58	31,25	Enc. Setoriais	53,83	9,47
Distribuição	145,00	25,52	Tributos	124,28	21,87
Transmissão	29,22	5,14	Total	568,29	100,00
Parças	38,38	6,75			

VENCIMENTO 22/11/2017	VALOR A PAGAR R\$ 568,29
--	---

Reservado ao Fisco
B32F.B162.5BD8.EF6B.B248.A824.C155.EB42

ICMS			PASEP (R\$)	COFINS (R\$)
Base de cálculo (R\$)	Alíquota (%)	Valor (R\$)		
568,29	18	102,29	3,92	18,07

Histórico do Consumo				
Mês/Ano	Consumo kWh	Média kWh/Dia	Dias de Faturamento	
SET/17	1.473	49,10	30	
AGO/17	1.436	47,86	30	
JUL/17	1.578	49,31	32	
JUN/17	1.461	48,70	30	
MAI/17	1.554	50,12	31	
ABR/17	1.127	37,56	30	
MAR/17	901	31,06	29	
FEV/17	1.143	38,10	30	
JAN/17	3.958	123,88	32	
DEZ/16	1.088	36,26	30	
NOV/16	992	34,20	29	
OUT/16	1.543	49,77	31	
SET/16	1.037	45,08	23	

Ouvidoria CEMIG: 0800 728 3838 - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - 167 - Ligação gratuita de telefones fixos e tarifada na origem para telefones celulares.

CEMIG Distribuição S.A.	Unidade de Leitura 01441601	Conta Contrato 008021037414	Vencimento 22/11/2017	Total a Pagar R\$ 568,29 Setembro/2017
-----------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------	---

ANEXO B

20/11/2017 000 20/11/2017 13:27:51 E vedada a autenticação deste documento via

DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA: ORCAMENTO
 NAO E VALIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA, NAO COMPROVA PAGAMENTO.

Validade:30/11/2017

LUSSO BRASIL
 AV. FRANCISCO SA, 00535, - CENTRO
 TEOFILO OTONI - MG - CEP:39800127 - Fone:3335233334
 CNPJ:25.101.114/0001-59 I.E.:6860378400079

NO do documento fiscal: _____
 NO do documento0000996541
 Data ...:20/11/2017
 WILSON 147

Cliente .: Fone .:
 Endereco .: Bairro:
 Cidade .: Estado: Cep:
 CNPJ/CPF : I.E. .:

Item	Codigo	Descricao (LOJA)	Quantidade	Unitario	Total
0001	31909C	LAMP. FL.COMP. ESPIR. 127V 085W G-LIGHT	1 CL	61,18	61,18
0002	3183EB	LAMP. FL.COMP. ESPIR. 127V 105W EYPALUX	1 CL	124,36	124,35
0003	319067	LAMP. LED COMP. 5B 50W 127V ROHS	1 CL	104,46	104,45

Troca/devol. so c/cupom fiscal, max. 30d e embalagem inviolada

Subtotal (R\$): 289,98
 Desconto: 0,00
 Total (R\$) ...: 289,98
 ATENCAO: Exija o documento fiscal correspondente. Peso bruto: 0,000 Liquido: 0,000

ANEXO C

DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA: ORCAMENTO
 NAO E VALIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA. NAO COMPROVA PAGAMENTO.
 JULIANA BALAZAR FONSECA - EPP
 RUA CRAMONINHAS OTONI, 896, - CENTRO
 TEOFILO OTONI - RS - CEP:39800013 - Fone:33 3234980
 CNPJ:02.928.879/0001-74 I.E.:6867403330012

NAO E DOCUMENTO FISCAL
 Validade:30/11/2017
 NO do documento fiscal:.....
 NS do documento:0000177271
 Data ...:20/11/2017
 MATHEUS 026

Cliente.:DAFHILIS
 Endereco:.....
 Cidade:.....
 CNPJ/CPF:.....

Fone:.....
 Bairros:.....
 Estado:..... Cep:.....
 I.E.:.....

Item	Codigo	Descricao (LDTA)	Quantidade	Unitario	Total
0001	910979	LAMP. DULUX 105W 220V E40 FLC	30 UN	117,35	3.520,50

PRAZO PARA DEVOLUCAO MERCADORIAS EM SUAS DEVIDAS CONDICoes: 15 DIAS
 FORMA DE P.....

Subtotal (R\$): 3.520,50
 Desconto: 370,50
 Total (R\$) ..: 3.150,00

PROMISSORIA 25/12/2017 3.150,00 DAFHILIS
 Peso bruto: 0,000 Liquido: 0,000 ATENCAO: Exija o documento fiscal correspondente.

000 20/11/2017 12:23:38 E vedada a autenticao deste documento 001

ANEXO D

DOCUMENTO AUXILIAR DE VENDA: ORCAMENTO NAO E DOCUMENTO FISCAL
 NAO E VALIDO COMO RECIBO E COMO GARANTIA DE MERCADORIA. NAO COMPROVA PAGAMENTO.

JULIANA SALAZAR FONSECA - EPP Validade:30/11/2017
 RUA EPAMINONDAS OTONI, 894, - CENTRO NE do documento fiscal:
 TEOFILO OTONI - MG - CEP:32800013 - Fone:33 35234980 NE do documento:0000172271
 CNPJ:02.528.879/0001-74 I.E.:6867403330012 Data ...:20/11/2017
 MATHEUS 026

Cliente :DAFHILIS Fone :
 Endereco : Bairros:
 Cidade : Estado: Ceps:
 CNPJ/CPF : I.E. :

Item	Codigo	Descricao (LOJA)	Quantidade	Unitario	Total
0001	910979	LAMP. DULUX 105W 220V E40 FLC	30 UN	117,35	3.520,50

PRAZO PARA DEVOLUCAO MERCADORIAS EM SUAS DEVIDAS CONDICoes: 15 Subtotal (R\$) 3.520,50
 DIAS Desconto 370,00
 FORMA DE P Total (R\$) 3.150,00

PROMISSORIA 20/12/2017 3.150,00
 Paga bruto: 0,000 Liquido: 0,000 ATENCAO: Exija o documento fiscal para devolucao

000 20/11/2017 12:23:38 E vedada a autenticação deste documento.

ANEXO E

Efficient LED

energy saving lamp

Power: 50W

Lamp bead: 2835

Lumen: \geq 4250LM

Voltage: AC85-265V

Light Angle: 360°

Color rendering index : 70%

Working temperature: -25°C ~ 45°C

ANEXO F

FLUORESCENTE COMPACTA ESPIRAL
LUZ BRANCA - 6.400K - Base E40**Desempenho**

Fluxo luminoso nominal	6833lm
Eficiência luminosa	67lm/W
Fator potência	0,92
Índice de reprodução de cores	>80%
Temperatura máxima no reator	80°C
Temperatura ambiente adequada	-5°C a 40°C
Frequência nominal	50/60Hz
Corrente nominal	812mA
Temperatura de cor	6.400K

ANEXO G

TABELA DE EQUIVALÊNCIAS WATTS/ LUMENS								
								WWW.HCM.PT
Potência Led	Lâmpada Incandescente	Lâmpada Halogênea	Lâmpada Halogêneo Tipo Par	Lâmpada Baixo consumo	Tubo Fluorescente	Projetor Halogêneo	Lâmpada Vapor de sódio	Lumens (lm)
2 W		20 W		6 W				50-80
3 W		35 W		8 W				180-270
5 W		40 W		11 W				240-420
6 W		50 W		13 W	12 W			390-550
7 W		60 W		15 W	14 W			510-640
9 W		70 W		18 W	18 W			600-830
10 W		80 W		20 W	20 W	50 W		810-950
12 W		100 W		25 W	25 W	60 W		900-1100
13 W		110 W		30 W	28 W	70 W		955-1200
15 W		120 W		40 W	32 W	75 W		1000-1400
18 W		140 W		50 W	36 W	90 W		1100-1700
20 W		150 W		60 W	44 W	120 W		1200-1900
25 W		200 W		70 W	58 W	150 W		1250-2400
30 W		250 W		80 W	70 W	170 W		1300-2500
35 W		300 W		90 W		180 W		1350-2800
50 W		350 W		100 W		200 W	100 W	2440-4500
80 W		400 W		150 W		250 W	150 W	3600-7500
100 W		500 W		200 W		300 W	250 W	5100-9500
120 W		550 W		250 W		350 W	300 W	6000-11000
150 W		700 W		300 W		500 W	400 W	7500-14000

FONTE: Maia, 2017.