

# **Análise do Custo x Benefício na troca de Lâmpadas Convencionais por Lâmpadas LED: O Caso de uma Universidade Comunitária do Sul do Brasil**

**Antonio Zanin** (Unochapecó) - zanin@unochapeco.edu.br

**Fabiano Marcos Bagatini** (Unochapecó) - bagatini@unochapeco.edu.br

**Rodrigo Barichello** (UNOCHAPECO) - rodrigo.b@unochapeco.edu.br

**Ademar Tibola** (Unochapecó) - ademar.tibola@unochapeco.edu.br

## **Resumo:**

*A economia de energia elétrica é um assunto de grande importância, pelo fato do País se aproximar de uma possível crise energética. Este trabalho concentra estudos em soluções baseadas em novas tecnologias e novos conceitos a serem implementados em iluminação, visando à redução no consumo de energia elétrica. Buscou-se neste estudo apresentar uma análise de custo/benefício da aplicação do sistema de iluminação usando a tecnologia LED em um Campus de uma Universidade Comunitária. Foram coletados dados em campo e foram comparados os custos envolvidos e os benefícios da substituição. Os resultados demonstram que com a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas com a tecnologia LED, proporcionará a redução de demanda prevista de 150,46 kW, economizando 448,49 MWh/ano de energia. Dessa forma, verifica-se que o sistema de iluminação LED é um método que se aplicado é bastante eficiente em relação à iluminação convencional.*

**Palavras-chave:** *Análise Custo/Benefício. Tecnologia LED. Eficiência Energética. Universidade Comunitária.*

**Área temática:** *Custos aplicados ao setor privado e terceiro setor*

## **Análise do Custo x Benefício na troca de Lâmpadas Convencionais por Lâmpadas LED: O Caso de uma Universidade Comunitária do Sul do Brasil.**

### **RESUMO**

A economia de energia elétrica é um assunto de grande importância, pelo fato do País se aproximar de uma possível crise energética. Este trabalho concentra estudos em soluções baseadas em novas tecnologias e novos conceitos a serem implementados em iluminação, visando à redução no consumo de energia elétrica. Buscou-se neste estudo apresentar uma análise de custo/benefício da aplicação do sistema de iluminação usando a tecnologia LED em um Campus de uma Universidade Comunitária. Foram coletados dados em campo e foram comparados os custos envolvidos e os benefícios da substituição. Os resultados demonstram que com a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas com a tecnologia LED, proporcionará a redução de demanda prevista de 150,46 kW, economizando 448,49 MWh/ano de energia. Dessa forma, verifica-se que o sistema de iluminação LED é um método que se aplicado é bastante eficiente em relação à iluminação convencional.

Palavras-chave: Análise Custo/Benefício. Tecnologia LED. Eficiência Energética. Universidade Comunitária.

Área temática: Custos aplicados ao setor privado e terceiro setor

### **1 INTRODUÇÃO**

A produção de energia elétrica está diretamente relacionada com o crescimento econômico de um país e a busca pelo seu fortalecimento demanda grandes investimentos a fim de atender ao aumento da oferta, qualidade e eficiência de seu uso.

Estudos realizados pelo Ministério de Minas e Energia - MME mostram que o Brasil apresenta um cenário com projeção de consumo crescente de energia elétrica nos próximos anos (MME, 2011). Aliado a esta percepção, o setor energético, passou a ser muito visado tanto pelos efeitos negativos ao meio ambiente e às populações, causados por projetos de grande porte, quanto pelo desperdício e pela ineficiência de sua produção e de uso, intrínseca ao setor (MENKES, 2004).

Fazem-se necessários investimentos nos processos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como na adoção de medidas de eficiência energética que proporcionem redução no consumo de energia.

Neste contexto, 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 (BASTOS, 2011).

Os sistemas de iluminação nas últimas décadas vem passando por profundos avanços, em especial aqueles relacionados ao emprego da eletrônica nos processos de ignição, acionamento e promoção da eficiência energética (RIBEIRO, A et al, 2012). Corroborando com os avanços, a existência de iniciativas como a extinção das lâmpadas incandescente (com

baixa eficiência) do mercado consumidor até 2016 e o incentivo do consumo de lâmpadas mais econômicas.

A tecnologia de iluminação LED – Light Emitting Diode é uma alternativa de substituição às lâmpadas com baixa eficiência. O desenvolvimento desta tecnologia para iluminação expandiu suas aplicações e tornaram-se fontes luminosas eficientes e de baixo custo (RODRIGUES, 2012).

Com o objetivo de reduzir os desperdícios de energia no consumo final de uma Universidade Comunitária este trabalho apresenta a proposição de redução de consumo de energia elétrica com projeto que visa à eficiência energética. Assim, este estudo visa apresentar um estudo de caso onde foram projetadas troca das soluções de iluminação tradicionais por alternativas LEDs.

Como forma de melhor compreender o estudo proposto no que se refere à relação custo/benefício da aplicação do sistema de iluminação usando a tecnologia LED, este documento é composto por cinco seções, como forma de melhor direcionar o objeto de estudo. Assim, além desta parte introdutória, apresenta-se a revisão bibliográfica com ênfase na eficiência energética, a tecnologia LED e a apresentação dos Métodos Determinísticos de Análise de Investimento que sustentam os resultados da pesquisa. A seguir, descrevem-se os procedimentos metodológicos, a apresentação e análise dos resultados na busca pelo entendimento do objeto estudado e, por fim, as considerações finais da pesquisa.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Eficiência Energética**

Ações de eficiência energética constituem uma atividade ou conjunto de atividades concebidas para aumentar a eficiência energética de uma instalação, sistema ou equipamento (EVO, 2012). A Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ABESCO define eficiência energética como sendo uma atividade técnico-econômica que objetiva: I) proporcionar o melhor consumo de energia e água, com redução de custos operacionais correlatos; II) minimizar contingenciamentos no suprimento desses insumos; III) introduzir elementos e instrumentos necessários para o gerenciamento energético e hídrico da empresa ou empreendimento (ABESCO, 2015). As ações de eficiência energética estão sendo fortemente adotadas, nos últimos anos, como alternativas de atendimento ao mercado brasileiro.

Frente ao cenário de consumo crescente de energia elétrica, foram criadas políticas públicas voltadas ao setor energético, as quais deram origem às Leis 9.991/2000 e 10.295/2001. A primeira dispõe sobre a realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica (Brasil, 2000). A segunda cria a Política Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia, que visa a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente (Brasil, 2001). Coube à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL aprovar os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE, através da Resolução Normativa nº 556/2013, criados a partir da Lei 9.991/2000 (ANEEL, 2013). Além das leis citadas, existem outras ações governamentais, como a elaboração de diretrizes e programas de eficiência energética que foram criadas a partir dos anos 80.

Uma ação importante para o mercado brasileiro e que merece destaque, fora a criação Selo Procel - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. A presença da etiqueta

deste selo no produto, no ponto de venda, evidencia o atendimento a requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos (INMETRO, 2015).

A movimentação em torno de projetos do sistema elétrico brasileiro resultou na elaboração do Plano Nacional de Energia – PNE 2030, com um volume específico voltado ao tema eficiência energética. O PNE 2030 tem como objetivo o planejamento de longo prazo do setor energético do país, orientando tendências e balizando as alternativas de expansão desse segmento nas próximas décadas (MME/EPE, 2007). Coube ao MME, criar também um Plano Nacional de Eficiência Energética. Este plano tem como objetivo apresentar as projeções de eficiência energética para energia elétrica no período de 2010 até 2030 (MME, 2011).

Para a elaboração deste planejamento, o MME considerou duas abordagens relacionadas às medidas de eficiência energética. Em uma primeira, denominada de Progresso Tendencial, o montante de energia economizada em um cenário futuro é resultado de uma ação natural de reposição tecnológica e aperfeiçoamento de processos que ocorrem sem uma intervenção diferenciada dos agentes, sejam eles públicos ou privados. Nesta definição, os agentes atuam através dos programas e projetos de eficiência já implementados e em execução. No âmbito da abordagem do Progresso Tendencial, encontram-se as medidas que viabilizam o Potencial de Mercado de eficiência energética. Define-se este Potencial de Mercado, como sendo uma parcela do Potencial Econômico na qual os consumidores possuem percepção de riscos menores para a execução de investimentos nos projetos de redução de demanda e sua adoção acarreta economia de custos sob o aspecto financeiro (MME, 2011).

Os reflexos na indústria já podem ser observados, seja no incremento de investimentos em P&D, em projetos de equipamentos mais eficientes, seja na criação de empresas específicas destinadas ao estudo de alternativas em eficiência energética, as chamadas Empresas de Serviços de Conservação de Energia - ESCO.

Em uma instalação industrial, podem-se adotar três medidas de conservação de energia elétrica, quais sejam: I) adoção de mudanças de padrão tecnológico no uso da energia; II) mudanças de estrutura do sistema consumidor e; III) alterações de padrões/hábitos de consumo (EPE, 2014). As ações a serem tomadas pela instituição de ensino, objeto do estudo, abrangem os três eixos. A primeira ação proposta é a troca de lâmpadas fluorescentes tubulares por lâmpadas de LED (Diodo Emissor de Luz) que possuem maior eficiência energética. A segunda refere-se às mudanças nos processos operacionais da equipe de apoio da instituição encarregada de monitorar e coordenar as ações necessárias para que as lâmpadas permaneçam desligadas enquanto o ambiente não estiver sendo utilizado. E, por fim, um trabalho de conscientização dos usuários sobre a necessidade e os benefícios em desligar a iluminação, quando não há pessoas presentes do ambiente de trabalho e/ou estudo.

Com o aumento da conscientização da população referente à forma de gastar energia, buscando a diminuição da mesma, é que a tecnologia de iluminação LED – *Light Emitting Diode* se expandiu, tornando-se uma fonte luminosa eficiente e de baixo custo (RODRIGUES, 2012).

Os LEDs existem desde 1962, durante muito tempo foram usados apenas como indicadores luminosos de aparelhos eletrônicos, após utilizados como sinalizadores de lâmpadas de emergência e semáforos, sendo que a sua utilização como iluminação de ambientes internos e externos ainda é considerada uma tecnologia recente (RIBEIRO, 2012).

O LED é um diodo emissor de luz, de alta durabilidade e eficiência energética, é um tipo de diodo semicondutor em estado sólido, sua luz é produzida dentro de um chip cujo tamanho é inferior a 0,25 mm<sup>2</sup>. Este chip é um cristal também em estado sólido. (LOPES, 2014)

Pesquisa realizada por Bley (2012) aponta que a eficiência energética compreende a relação entre o fluxo luminoso e a potência (lúmens/watt) e nesta relação à iluminação LED se caracteriza como sendo muito mais eficiente que as demais.

O uso de LEDs contribui para a maior eficiência e longa vida útil do sistema, além de não depositar elementos químicos nocivos ao meio ambiente, comparado às lâmpadas fluorescentes (PINTO, 2008).

No setor comercial, o qual inclui as instituições de ensino, o setor de iluminação corresponde a 26% do total do consumo de energia elétrica na edificação (MME/EPE, 2007). Isso significa que se forem tomadas ações de conservação de energia em iluminação, haverá uma significativa redução de consumo de energia elétrica na conta apresentada pela concessionária no final do mês.

Todo projeto que demanda investimento de recursos financeiros pode ser estudado mediante a utilização de métodos de análise específicos, objetivando identificar a viabilidade, bem como, o prazo de retorno do mesmo.

## **2.2 Métodos Determinísticos de Análise de Investimentos**

A avaliação de projetos de investimentos comumente envolve um conjunto de técnicas que buscam determinar sua viabilidade econômica e financeira, considerando uma determinada Taxa Mínima de Atratividade. Desta forma, normalmente esses parâmetros são medidos pelo *Payback* (prazo de retorno do investimento inicial), pela TIR (Taxa Interna de Retorno) e/ou pelo VPL (Valor Presente Líquido) (CASAROTTO e KOPPITKE, 2000).

### **2.2.1 *Payback* descontado**

Alguns autores, entre eles Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2002), Brigham e Ehrhardt (2006) abordam o *payback* descontado com um método de análise. Este instrumento, assim como o *payback* simples, busca evidenciar o tempo necessário para recuperar o investimento inicial. Porém, existe uma diferença significativa, o *payback* descontado passa a considerar o valor do dinheiro no tempo. Assim, é um instrumento mais refinado, proporcionando uma análise mais elaborada, apesar de manter as outras falhas, referentes à distribuição dos fluxos de valores, bem como daqueles que ocorrem após o período de recuperação.

O método do *payback* descontado utiliza uma taxa de desconto para verificar o número exato de períodos em que o empreendimento recupera o valor inicial investido (ZANIN e BAGATINI, 2012). Normalmente, essa taxa de desconto usada é a taxa mínima de atratividade (TMA), a qual é determinada pelo próprio investidor como parâmetro para remuneração de seu capital.

### **2.2.2 Valor Presente Líquido**

Para Souza (2003, p. 74) o valor presente líquido corresponde “a diferença entre o valor presente das entradas líquidas de caixa associadas ao projeto e o investimento inicial necessário”.

Gitman (2001) afirma que o VPL é uma técnica de orçamento sofisticada. O seu valor é determinado subtraindo-se do valor inicial de um projeto, o valor presente das entradas líquidas de caixa, descontadas a uma taxa igual ao custo do capital da empresa. (LEMES JÚNIOR; RIGO e CHEROBIM, 2002).

Desta forma, o valor presente líquido é uma medida de quanto valor é criado ou adicionado hoje, realizando determinado investimento. Para tanto, faz-se necessário trazer a

valor presente todos os fluxos de caixa esperados, utilizando uma taxa de desconto e após reduzir estes valores do desembolso inicial do projeto.

Conforme Lemes Júnior, Cherobim e Rigo (2002) utilizar o VPL para a tomada de decisões facilita o alcance do principal objetivo do administrador financeiro, que é de maximizar a riqueza do acionista ou proprietário. O valor presente líquido de um projeto é bastante sensível a variações na taxa de desconto. Quanto maior for essa taxa, menos valem os fluxos de caixa do projeto, e menor é o VPL resultante. A taxa de desconto dos fluxos de caixa representa o retorno esperado pelos investidores.

### 2.2.3 Taxa Interna de Retorno

É a taxa exigida de retorno que, quando utilizada como taxa de desconto, resulta em VPL igual a zero. (ROSS; WESTERFIELD e JORDAN, 2000), (ABREU FILHO et al, 2003), (SOUZA; CLEMENTE, 2001), (LEMES JÚNIOR; RIGO e CHEROBIM, 2002), (BRASIL, 2002).

Assim, quando o VPL é zero encontra-se o ponto de equilíbrio econômico do projeto, desta forma, não haverá criação nem destruição de valor (ROSS, WESTERFIELD e JORDAN, 2000).

Com a TIR, procura-se determinar uma única taxa de retorno para sintetizar os méritos de um projeto. Essa taxa é dita interna, no sentido de que depende somente dos fluxos de caixa de certo investimento, e não de taxas oferecidas em algum outro lugar. (LEMES JÚNIOR; RIGO e CHEROBIM, 2002).

Para avaliação de propostas de investimento, através do cálculo da TIR, é necessário conhecer os montantes de dispêndio de capital (desembolsos se tiver mais de um), e dos fluxos de caixa líquidos gerados pela decisão, onde a TIR representará a rentabilidade do projeto expressa em termos de taxa de juros (ASSAF NETO, 2003).

Desta forma, a TIR representa a taxa de juros para a qual o valor presente das entradas de caixa resultantes do projeto iguala o valor presente dos desembolsos do mesmo, sendo uma medida bastante utilizada no orçamento de capital. Caracteriza desta forma, a taxa de remuneração do capital investido.

## 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo caracteriza-se como pesquisa descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa, realizada por meio de um estudo de caso em uma Instituição Comunitária de Ensino Superior (ICES), localizada no Oeste de Santa Catarina. A pesquisa foi baseada 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 Bruyne (1997) o estudo de caso reúne informações tão numerosas e tão detalhadas quanto possível, com vistas a apreender a totalidade da situação.

A escolha da ICES estudada ocorreu de forma intencional, tendo em vista que a mesma participou de uma chamada pública promovida pela empresa geradora de energia elétrica de Santa Catarina, que investe parte de seus resultados em projetos que visam eficiência energética.

Para realização do estudo de caso, utilizaram-se os dados do projeto, o qual recebeu recursos não reembolsáveis da geradora de energia elétrica no montante de R\$ 948.000,00,

com uma contra partida de R\$ 204.000,00, a qual prevê a substituição de 13.237 lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, com a finalidade de reduzir o consumo de energia elétrica.

A aprovação do projeto está condicionada à redução de 16% no consumo de energia, sendo que até o momento foram efetuados medições em vários espaços, pois a ICES está iniciando a substituição das referidas lâmpadas. Assim sendo, para os cálculos referentes ao fluxo de caixa e *payback*, iniciaram pela cotação de lâmpadas fabricadas por fornecedores que possuem selo Procel, demais materiais e mão de obra, considerando uma estimativa de redução na energia a qual se projetou por meio de medições diárias em alguns espaços físicos.

#### 4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentam-se os dados coletados e as análises econômico-financeiras referentes à substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, na Instituição de Ensino Superior estudada.

O quadro 1 apresenta o sistema existente e o quadro 2 o sistema proposto. A substituição das lâmpadas é considerada uma ação que gerará uma oportunidade de eficiência energética.

Quadro 1 – Sistema existente

SISTEMA EXISTENTE	Total de Luminárias	Total de lâmpadas
Campus A - Fluorescente T8 F 1x32	1.204	1.204
Campus A - Fluorescente T8 F 2x32	5.420	10840
Campus A - Fluorescente T8 F 3x32	7	21
Campus A - Fluorescente T8 F 4x32	40	160
Campus B - Fluorescente T8 F 1x32	4	4
Campus B - Fluorescente T8 F 2x32	504	1008
<b>Total</b>	<b>7.179</b>	<b>13.237</b>

Fonte: Autores com dados da pesquisa

Por meio do Quadro 01, visualiza-se o total de 7.179 luminárias totalizando 13.237 lâmpadas fluorescentes, somando-se os dois Campus da Instituição de ensino estudada.

Quadro 2 – Sistema proposto

SISTEMA PROPOSTO	Total de Luminárias	Total de lâmpadas
Campus A - Lâmpada a LED tipo T8 1x21W	1.204	1.204
Campus A - Lâmpada a LED tipo T8 2x21W	5.420	10.840
Campus A - Lâmpada a LED tipo T8 3x21W	7	21
Campus A - Lâmpada a LED tipo T8 4x21W	40	160
Campus B - Lâmpada a LED tipo T8 1x21W	4	4
Campus B - Lâmpada a LED tipo T8 2x21W	504	1008
<b>Total</b>	<b>7.179</b>	<b>13.237</b>

Fonte: Autores com dados da pesquisa

O Quadro 2 evidencia o número de lâmpadas LED e as especificações, as quais substituirão as lâmpadas fluorescentes, proporcionando a redução de demanda prevista de 150,46 kW, economizando 448,49 MWh/ano de energia. O investimento total necessário para executar o projeto é descrito no quadro 3.

Quadro 3 – Investimento total

Descrição	Valores	%
Elaboração do projeto (Diagnóstico)	R\$ 48.000,00	4,17%
Materiais e Equipamentos	R\$ 794.286,20	68,94%
Mão de Obra Própria (Concessionária)	R\$ 23.043,93	2,00%
Transporte	R\$ 30.432,00	2,64%
Descarte de Materiais	R\$ 13.237,00	1,15%
Medição e Verificação	R\$ 28.119,00	2,44%
Treinamento e Capacitação	R\$ 10.920,00	0,95%
Mão de Obra de Terceiros	R\$ 198.555,00	17,23%
Marketing (Divulgação)	R\$ 5.603,50	0,49%
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.152.196,63</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autores com dados da pesquisa

Verifica-se por meio do Quadro 3, o total de investimento para substituição das lâmpadas, totalizando R\$ 1.152.196,63, que foi contemplado em Chamada pública promovido pela geradora de energia elétrica de Santa Catarina, a qual investirá R\$ 948.038,13 que representa 82,28% e a Instituição de Ensino Superior R\$ 204.158,50 ou 17,72% do total. Os investimentos da IES são mão de obra de terceiros e marketing.

A mão de obra própria refere-se às despesas da concessionária e a mão de obra de terceiros está relacionada com a retirada dos equipamentos atuais e instalação dos novos e equivalem a R\$ 221.598,93 ou 19,23% do total.

O investimento com transporte no valor de R\$ 30.432,00, representando 2,64% do todo, refere-se às despesas da concessionária com reuniões de acompanhamento e inspeção dos serviços que serão realizados durante a execução do projeto proposto.

As lâmpadas retiradas do sistema de iluminação da IES deverão ser descartadas de maneira ambientalmente correta, desta forma, o investimento de R\$ 13.237,00 será necessário para encaminhar à empresa especializada em serviços de descontaminação e descarte, representando 1,15% do valor total.

Medição e verificação representam 2,44% do investimento e refere-se aos custos dos serviços para comprovar a efetiva economia de energia e redução da demanda com a implementação do projeto.

O investimento de R\$ 10.920,00 em treinamento e capacitação, equivale a 0,95% do total e prevê dois treinamentos, sendo um no início do projeto e dois no final do mesmo. O objetivo é capacitar os participantes para repassar aos demais usuários os benefícios provenientes da implementação do projeto.

O investimento em marketing consiste na divulgação das ações executadas nos projetos de eficiência energética, buscando disseminar o conhecimento e as práticas voltadas à eficiência energética.

O quadro 4 detalha os materiais e equipamentos a serem utilizados para a implementação do projeto de eficiência energética proposto.



Quadro 4 – Materiais e equipamentos

<b>Materiais e Equipamentos</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Custo total</b>
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	33,14	27	R\$ 60,01	R\$ 1.620,14
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	18,08	889	R\$ 60,01	R\$ 53.344,45
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	8,68	288	R\$ 60,01	R\$ 17.281,44
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	132,58	94	R\$ 60,01	R\$ 5.640,47
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	72,31	318	R\$ 60,01	R\$ 19.081,59
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	33,14	708	R\$ 60,01	R\$ 42.483,54
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	12,05	8.970	R\$ 60,01	R\$ 538.244,85
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	8,68	750	R\$ 60,01	R\$ 45.003,75
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	18,08	21	R\$ 60,01	R\$ 1.260,11
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	18,08	160	R\$ 60,01	R\$ 9.600,80
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	8,1	4	R\$ 60,01	R\$ 240,02
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	33,14	40	R\$ 60,01	R\$ 2.400,20
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	18,08	332	R\$ 60,01	R\$ 19.921,66
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	12,05	182	R\$ 60,01	R\$ 10.920,91
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	8,1	130	R\$ 60,01	R\$ 7.800,65
Lâmpada a LED tipo T8 18 W	24,1	324	R\$ 60,01	R\$ 19.441,62
<b>Total</b>				<b>R\$ 794.286,20</b>

Fonte: Autores com dados da pesquisa

Os materiais e equipamentos, que são as lâmpadas à LED, equivalem a 68,94% do investimento total.

As lâmpadas LED possuem maior eficiência energética em relação às fluorescentes tubulares. Especificamente em se tratando de iluminação, maior eficiência energética significa maior nível de iluminamento (luz) no ambiente, com menor consumo de energia elétrica.

Além desta, citar-se ainda as seguintes vantagens:

- Maior vida útil, devido a presença de dissipador metálico que garante o gerenciamento térmico dos LEDs;
- Baixa manutenção;
- Baixa depreciação de fluxo luminoso ao longo de sua vida útil;
- Não geram ruídos (perturbações) na instalação elétrica, devido ao driver interno de alto fator de potência e baixa distorção harmônica;
- Podem ser utilizadas com sensores de presença, uma vez que não possuem limitações para quantidade de ciclos de acendimento.

Uma característica importante, e que deve ser tomada como um item obrigatório no processo de aquisição das lâmpadas é a presença do selo Procel no produto. Este selo garante que o fabricante adotou todas as medidas exigidas pela legislação vigente para que as lâmpadas à LED tenham a vida útil declarada pelo fornecedor.

Para o cálculo da viabilidade econômico-financeira do projeto considera-se que a substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas de LED proporcionem economia de energia de 448,49 MWh/ano, sendo que o preço médio da energia elétrica da IES é de R\$ 587,66 MWh/ano. Assim, o desembolso anual com a fatura de energia elétrica da IES reduz em R\$ 263.559,63. O quadro 5 apresenta o fluxo de caixa do projeto proposto e o *Payback* descontado.

Quadro 5 – Fluxo de caixa do projeto

Ano	Fluxo de caixa	Fluxo de caixa descontado	Payback descontado
0	R\$-1.152.196,63	R\$-1.152.196,63	R\$-1.152.196,63
1	R\$ 263.559,63	R\$ 233.238,61	R\$ -918.958,02
2	R\$ 263.559,63	R\$ 206.405,85	R\$ -712.552,17
3	R\$ 263.559,63	R\$ 182.660,04	R\$ -529.892,12
4	R\$ 263.559,63	R\$ 161.646,06	R\$ -368.246,07
5	R\$ 263.559,63	R\$ 143.049,61	R\$ -225.196,46
6	R\$ 263.559,63	R\$ 126.592,57	R\$ -98.603,89
7	R\$ 263.559,63	R\$ 112.028,83	R\$ 13.424,94
8	R\$ 263.559,63	R\$ 99.140,55	R\$ 112.565,49
9	R\$ 263.559,63	R\$ 87.735,00	R\$ 200.300,50
10	R\$ 263.559,63	R\$ 77.641,60	R\$ 277.942,09

Fonte: Autores com dados da pesquisa

Considerando um horizonte de análise de 10 anos, e uma taxa mínima de atratividade – TMA de 13% ao ano, investimento total de R\$ 1.152.196,63 e redução de desembolso para pagamento da fatura de energia elétrica de R\$ 263.559,63, o *payback* descontado do projeto é de 6,88 anos, o valor presente líquido de R\$ 277.942,09 e a taxa interna de retorno de 18,78%. Quando considerado somente o investimento da IES, que representa R\$ 204.158,50, o tempo de retorno é de aproximadamente 0,8753 anos ou 10 meses e meio.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu perceber as vantagens dos LEDs em relação às lâmpadas convencionais e a importância da sua utilização. O uso desta tecnologia, como alternativa de recurso energético no Brasil, proporcionara economia de energia elétrica, contribuindo para um consumo consciente deste recurso energético.

Evidencia-se no estudo que o investimento na aquisição de lâmpadas de LED é viável em aplicações onde o uso da iluminação é intenso, como em ambientes comerciais. Isto se deve à eficiência energética e durabilidade dos LEDs. No caso específico da Universidade Comunitária, quando considerado o investimento total pela instituição o prazo de retorno do investimento se daria em 6,88 anos, com um valor presente líquido de R\$ 277.942,09 e a taxa interna de retorno de 18,78%. Quando considerado somente o investimento da IES, contabilizando os recursos provindos da Concessionária de Energia Elétrica, o tempo de retorno é de aproximadamente 0,8753 anos ou 10 meses e meio.

Verificou-se com os cálculos da viabilidade econômico-financeira do projeto que com a substituição das lâmpadas fluorescentes pelas lâmpadas de LED podem proporcionar economia de energia de 448,49 MWh/ano, sendo que o preço médio da energia elétrica da IES é de R\$ 587,66 MWh/ano. Assim, o desembolso anual com a fatura de energia elétrica da IES reduz em R\$ 263.559,63.

Salienta-se que, com um custo de aquisição mais elevado que o de lâmpadas convencionais, o uso de LEDs proporciona a redução do consumo de energia, se configurando com grande potencial no que diz respeito à iluminação em geral.

Ademais, constata-se a importância dos Programas de Eficiência Energética (por força da Lei 9991/2000, as concessionárias investem 1% de suas Receitas Operacionais Líquidas - ROL em programas de eficiência energética e em programas de pesquisa e desenvolvimento

no setor elétrico), demonstrando à sociedade a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia elétrica e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Proporciona a transformação do mercado de energia elétrica, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos racionais de uso da energia elétrica.

## Referências

ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **O que é eficiência energética? (EE)**. São Paulo, 2015. Disponível em <http://www.abesco.com.br/o-que-e-eficiencia-energetica-ee>. Acesso em 17/06/2015.

ABREU FILHO, José Carlos Franco de; et al. **Finanças corporativas**. Rio de Janeiro: FGV, 2003.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 556/2013. **Aprova os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE**. Brasília, 2013. Disponível em <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em 02/06/2015.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003

BASTOS, F. C.. **Análise da política de banimento de lâmpadas incandescentes do mercado brasileiro**, dissertação de mestrado, UFRJ/COPPE, 2011.

BLEY, Francis Bergmann. LEDs versus Lâmpadas Convencionais Viabilizando a troca. **Curitiba: Especialize**, 2012.

BRASIL, Haroldo Guimarães. **Avaliação moderna de investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

BRASIL. Lei 9.991, de 24 de julho de 2000. **Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica**. Brasília. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/LEIS/L9991.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/LEIS/L9991.htm). Acesso em 12/06/2015.

\_\_\_\_\_. Lei 10.295, de 17 de outubro de 2001. **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia**. Brasília. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10295.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm). Acesso em 12/06/2015.

BRIGHAM, Eugene F.; EHRHARDT, Michael C. **Administração financeira: teoria e prática**. 10. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

CASAROTTO Filho, Nelson; KOPITTKKE, Bruno H. **Análise de investimentos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

EPE - Empresa de Pesquisas Energéticas. **Avaliação da Eficiência Energética e Geração Distribuída para os Próximos 10 anos (2014-2023)**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em <http://www.epe.gov.br>. Acesso em 01/06/2015.

EVO – Efficiency Valuation Organization. **Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance**, 2012. Disponível em <http://www.evo-world.org>. Acesso em 15/06/2015.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios da administração financeira**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

LEMES JUNIOR, Antônio Barbosa; CHEROBIM, Ana Paula; RIGO, Cláudio Miessa. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

LOPES, Leonardo Barbosa. **UMA AVALIAÇÃO DA TECNOLOGIA LED NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MENKES, Monica. Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade. **Brasília: UnB**, 2004.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética**. Brasília, 2011. Disponível em <http://www.mme.gov.br>. Acesso em 02/06/2015.

MME/EPP - Ministério de Minas e Energia / Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, 2007. Disponível em <http://www.epe.gov.br>. Acesso em 01/06/2015.

PINTO, R. A. **Projeto e Implementação de Lâmpadas para Iluminação de Interiores Empregando Diodos Emissores de Luz (LEDs)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

RIBEIRO, Ana Cristina Cota et al. O emprego da tecnologia LED na Iluminação Pública. **e-Xacta**, v. 5, n. 1, 2012.

RIBEIRO, Ana Cristina Cota et al. O emprego da tecnologia LED na Iluminação Pública. **e-Xacta**, v. 5, n. 1, 2012.

RODRIGUES, C. R. B. S. **Contribuições ao uso de diodos emissores de luz em iluminação pública**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Juiz de Fora, Belo Horizonte, Minas Gerais.

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Brandford D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

SOUZA, Acilon Batista de. **Projetos de investimentos de capital: elaboração, análise, tomada de decisão**. São Paulo: Atlas, 2003.

SOUZA, Alceu, CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto alegre: Bookman, 2005.

ZANIN, A; BAGATINI, F. M. The economic and financial feasibility of a biodigester: A sound alternative for reducing the environmental impact of swine production. In: CURKOVIC, S. (Org). **Sustainable Development – Authoritative and leading edge content for environmental management**. Rijeka, Croatia: Intech. P. 371-388, 2012.

Congresso Brasileiro de Custos