



Thomas Ostermayer

Iluminação com tecnologia LED para Indústria

Trabalho apresentado ao curso MBA em Gestão Estratégica de Empresas, Pós-Graduação *lato sensu*, Nível de Especialização, do Programa FGV Management da Fundação Getulio Vargas, como pré-requisito para a obtenção do Título de Especialista.

Jose Carlos Franco de Abreu Filho

Coordenador Acadêmico Executivo

Gianfranco Muncinelli

Orientador

Curitiba – PR

2015

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS

PROGRAMA FGV MANAGEMENT

MBA EM GESTÃO ESTRATÉGICA DE EMPRESAS

O Trabalho de Conclusão de Curso, **Título do TCC**, elaborado por Thomas Ostermayer e aprovado pela Coordenação Acadêmica, foi aceito como pré-requisito para a obtenção do certificado do Curso de Pós-Graduação *lato sensu* MBA em Gestão Estratégica de Empresas, Nível de Especialização, do Programa FGV Management.

Data da Aprovação: Local, Data

Jose Carlos Franco de Abreu Filho

Coordenador Acadêmico Executivo

Gianfranco Muncinelli

Orientador

DECLARAÇÃO

A empresa CSN - Companhia Siderúrgica Nacional, representada neste documento pelo Sr. Mauro Antonio França dos Santos, engenheiro de desenvolvimento SR, autoriza a divulgação das informações e dados coletados em sua organização, na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Iluminação com Tecnologia LED para Indústria, realizados pelo aluno Thomas Ostermayer, do curso de MBA em Gestão Estratégica de Empresas, do Programa FGV Management, com o objetivo de publicação e/ ou divulgação em veículos acadêmicos.

Araucária, 16 de Novembro 2015


Mauro Antonio França dos Santos
Coordenador de Manutenção
CS51342
Engenheiro de Desenvolvimento SR
Companhia Siderúrgica Nacional

CSN - Companhia Siderúrgica Nacional

TERMO DE COMPROMISSO

O aluno Thomas Ostermayer, abaixo assinado, do curso de MBA em Gestão Estratégica de Empresas, Turma 1/14 do Programa FGV Management, realizado nas dependências da instituição conveniada ISAE, no período de 17/02/2014 a 01/11/2015, declara que o conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Iluminação com tecnologia LED para Indústria, é autêntico e original.

Curitiba, 01/09/2015

Thomas Ostermayer

Dedico este trabalho a Ingrid, minha esposa amada, que sempre me apoiou no meu desenvolvimento pessoal e profissional podendo fazer a diferença no meio que vivemos com companheirismo e sustentabilidade.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me dar a oportunidade de poder contribuir com ações que promovam a sustentabilidade na indústria, melhorando os níveis de segurança, qualidade de vida profissional, reduzindo custos e aumentando a qualidade dos produtos.

Resumo

Com o aumento dos custos de energia elétrica, risco de apagões e busca de soluções mais sustentáveis, se torna cada vez mais atrativa a aplicação da iluminação com tecnologia LED nas indústrias. Este trabalho pretende relacionar as características técnicas das luminárias com tecnologia LED e suas vantagens na aplicação comparada à lâmpada de vapor metálico; apresentar as previsões do aumento do consumo de energia elétrica do Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 do Ministério de Minas e Energia, o risco de blecautes, os recentes aumentos das tarifas de energia no primeiro semestre de 2015 e o peso da iluminação nos custos com eletricidade na indústria; apresentar os principais custos envolvidos e a viabilidade financeira ao substituir 500 luminárias com lâmpadas de vapor metálico de 400W por 500 luminárias com tecnologia LED de 98W na área industrial da CSN- Companhia Siderúrgica Nacional da unidade de Araucária - PR. A aplicação de LED é extremamente viável, pois apresenta um payback de 1,14 anos, VPL (Valor Presente Líquido) de R\$ 1.363.234 frente a um investimento inicial de R\$ 435.000 e uma TIR (Taxa Interna de Retorno) de 95,47%. A solução é ecologicamente correta e contribui com a redução de consumo de energia elétrica e diminuição das horas gastas com a manutenção, aumentando a competitividade da indústria.

Palavras Chave: viabilidade, iluminação, LED, indústria.

Abstract

With rising energy costs, risk of blackouts and search for more sustainable solutions becomes more and more attractive application of lighting with LED technology in the industry. This study aims to relate the technical characteristics of luminaires with LED technology and its advantages in the application compared to metal vapor lamp; presents forecasts of increased electricity consumption of the Ten Year Plan for Energy Expansion 2023 from the Ministry of Mines and Energy, the risk of blackouts, recent increases in energy prices in the first half of 2015 and the weight of the lighting in costs electricity industry; present the main costs involved and the financial viability by replacing 500 fixtures with metal vapor lamps of 400W for 500 luminaires with 98W of LED technology in the industrial area of the National Steel Company CSN - the unit Araucaria - PR. The LED application is extremely viable, because it has a payback of 1.14 years, NPV (Net Present Value) of R\$ 1,363,234 compared to an initial investment of R\$ 435,000 and an IRR (Internal Rate of Return) of 95.47%. The solution is environmentally friendly and contributes to reducing energy consumption and reduction of hours spent on maintenance, increasing the competitiveness of industry.

Key Words: viability, lighting, LED, industry.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - COMPONENTES DO LED	10
FIGURA 2 - LÂMPADA DE VAPOR METÁLICO, LUMINÁRIA E RAIOS DE LUZ DIRECIONADOS POR REFLETOR CÔNCAVO.....	11
FIGURA 3 - LUMINÁRIA COM LED E RAIOS DE LUZ DIRECIONADO POR LENTE	11

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CONSUMO DE ELETRICIDADE NA REDE POR CLASSE	14
TABELA 2 - SETOR INDUSTRIAL: CONSUMO DE ELETRICIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	15
TABELA 3 - REGIME DE UTILIZAÇÃO DAS LUMINÁRIAS NA CSN	18
TABELA 4 - POTÊNCIA DAS LUMINÁRIAS E VIDA ÚTIL	19
TABELA 5 - ECONOMIA E FLUXO DE CAIXA NA APLICAÇÃO DE LED	21
TABELA 6 - .TAXA DE DESCONTO, PAYBACK, VPL E TIR	24

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - CAPACIDADE INSTALADA POR TIPO DE FONTE EM DEZEMBRO DE 2013	15
GRÁFICO 2 - ECONOMIA NA APLICAÇÃO DE LED	22
GRÁFICO 3 - VALORES TOTAIS AO LONGO DA VIDA ÚTIL DO LED	23
GRÁFICO 4 - CURVA DE PAYBACK DESCONTADO.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA LED NA ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL NO LUGAR DA DE VAPOR METÁLICO	10
3. AUMENTO NO CONSUMO E NOS CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA	14
4. ESTUDO DA VIABILIDADE FINANCEIRA	18
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento dos custos de energia elétrica e busca de soluções mais sustentáveis, torna-se cada vez mais atrativa a aplicação da iluminação com tecnologia LED nas indústrias. Segundo Cristiano Prado, gerente de competitividade industrial da FIRJAN (Federação das Indústrias do Rio de Janeiro) o aumento de custo da energia afeta diretamente a competitividade das empresas e certamente todas irão tentar reduzir o seu consumo. "Apesar do cenário macroeconômico estar bastante incerto, os aumentos de tarifas de energia têm motivado várias empresas a buscarem reduções no consumo de energia" (Eduardo Park/2015, presidente do Grupo Unicoba, dona da marca LEDSTAR, responsável pelos projetos de iluminação em LED de locais como a Avenida 23 de Maio, Marginal Pinheiros e os túneis do Rodoanel, em São Paulo). O diretor técnico da ABILUX (Associação Brasileira da Indústria de Iluminação) afirma que, com algumas medidas para redução do consumo de energia focado na maior utilização e disseminação de lâmpadas LED, o Brasil pode reduzir em 4 anos pelo menos 6% do consumo anual de energia e no longo prazo 10%.

Este trabalho tem por objetivo geral analisar a viabilidade financeira de substituir luminárias com lâmpadas de vapor metálico de 400W por luminárias com tecnologia LED de 98W na área industrial da CSN - Companhia Siderúrgica Nacional da unidade de Araucária - PR, contribuindo com a redução de seus custos, aumento da sua competitividade e diminuição da demanda de geração de energia brasileira. Igualmente tem por objetivos específicos no segundo capítulo relacionar as características técnicas das luminárias com tecnologia LED e suas vantagens na aplicação comparada a lâmpada de vapor metálico; no terceiro capítulo apresentar as previsões do aumento do consumo de energia elétrica do Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 do Ministério de Minas e Energia, o risco

de blecautes, os recentes aumentos das tarifas de energia no primeiro semestre de 2015 e o peso da iluminação nos custos com eletricidade na indústria; no quarto capítulo estudar os principais custos envolvidos e a viabilidade financeira em uma aplicação na área industrial da CSN; no quinto capítulo apresentar as conclusões finais.

2. APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA LED NA ILUMINAÇÃO INDUSTRIAL NO LUGAR DA DE VAPOR METÁLICO

O LED (Light Emitter Diode) é um componente eletrônico semicondutor com a propriedade de transformar energia elétrica em luz, conforme ilustrado na figura 1 abaixo.

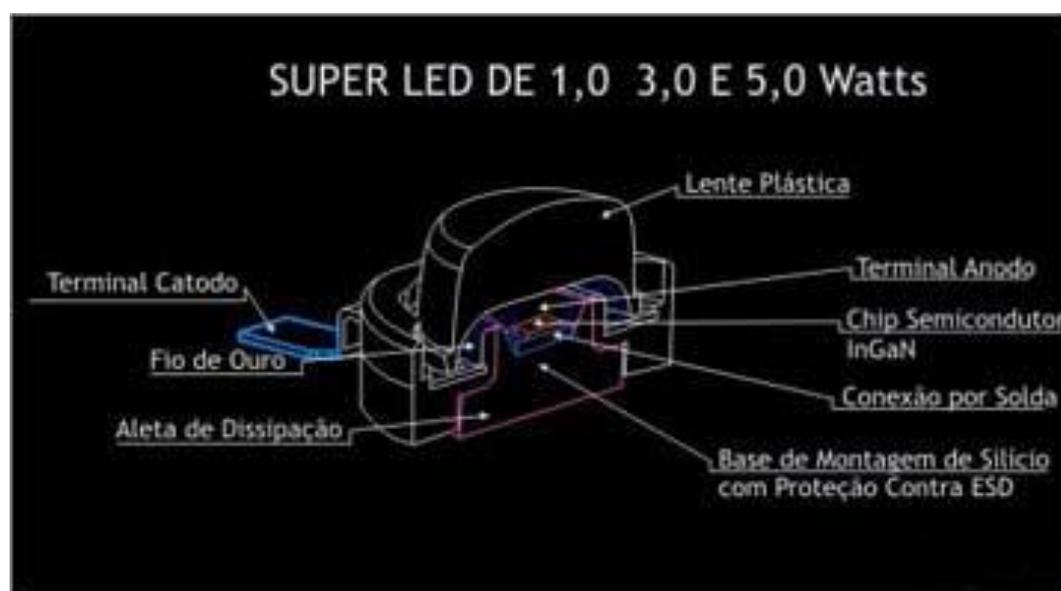


Figura 1 - Componentes do LED - Fonte: Laboratório de Iluminação - IAR - UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas)

Segundo a reportagem do G1 (Jornal da Globo) de 07/10/2014, a Academia Real de Ciências da Suécia concedeu em Outubro de 2014 o Prêmio Nobel de Física a Isamu Akasaki, Hiroshi Amano e Shuji Nakamura pela invenção nos anos 1990 de diodos de luz azul. Por muitos anos, a indústria teve à sua disposição LEDs de cor vermelha e verde. No entanto, para obter luz LED branca, era necessário ter o componente azul. A iluminação com LED é muito mais eficiente que a de lâmpadas tradicionais. Considerando que quase um quarto da energia elétrica usada no mundo é consumida para iluminar ambientes, sua invenção representa uma considerável economia de recursos naturais, também porque as lâmpadas LED usam menos material e são mais duráveis.

Ele é mais eficiente que uma lâmpada de vapor metálico por dois aspectos:

- Maior fluxo luminoso (Lumens/Watt).
- Enquanto uma lâmpada fluorescente emite luz em todas as direções (360 graus) necessitando um refletor para direcionar os raios para o local desejado, o LED já os direciona para apenas um lado (180 graus). Com o auxílio de uma lente translúcida se define um fecho menor de acordo com o desejado. A eficiência do refletor varia de acordo com seu grau de reflexão, podendo ser metálico (espelhado) ou branco dependendo igualmente do grau de limpeza da luminária, conforme ilustrado nas figuras 2 e 3 abaixo.



Figura 2 - Lâmpada de vapor metálico, luminária e raios de luz direcionados por refletor côncavo - Fonte: CSN - Companhia Siderúrgica Nacional

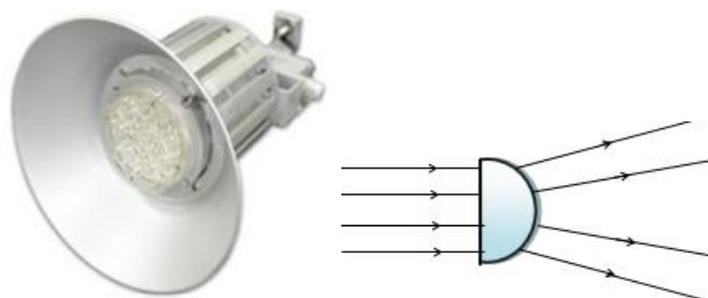


Figura 3 - Luminária com LED e raios de luz direcionados por lente - Fonte: CSN

O LED proporciona outras vantagens na aplicação industrial:

- Maior vida útil (50.000 hs), diminuindo os custos de manutenção.
- A frequência de acendimentos não diminui a sua vida útil, como acontece com as fluorescentes.
- Baixa voltagem e corrente de operação.
- Acendimento instantâneo.
- Resistente a choques e vibrações por utilizar tecnologia de estado sólido, sem filamentos e vidros.
- Não emite radiação ultravioleta e infravermelho evitando degradação das cores de produtos e atração de insetos.
- Facilmente dimerizado e controlado.
- Compacto (luminárias e dispositivos menores, menos materiais).
- Eco eficiente por gerar menos carga térmica, redução de CO₂ na atmosfera. Não agride o meio-ambiente, pois não possui mercúrio ou elementos que causem dano a natureza ao serem descartados e podem ser facilmente reciclados.
- Por ser um produto sem metais pesados que agridem o ambiente e reciclável não exige um processo de descarte controlado. Os custos com transporte e com empresas especializadas cobram R\$ 1,50 por lâmpada de vapor metálico processada.
- Como há redução de manutenção, há diminuição da frequência dos riscos de trabalho em altura, redução da necessidade de isolar a área de trabalho, permitindo que a equipe foque na manutenção das máquinas de produção.
- Por não usar um reator com risco de explosão e somente uma fonte selada, diminui o custo do seguro contra risco de incêndio.
- Redução dos tempos gastos com a frequente recompra de lâmpadas fluorescentes, envolvendo emissão de requisição de compra, cotação no mercado, colocação de pedido aprovado por vários gestores,

recebimento e estocagem, ordem de pagamento do fornecedor aprovado por vários gestores, lançamentos contábeis, auditoria dos processos, etc. Todos estes tempos economizados permitem que as equipes se concentrem nas atividades fins da empresa.

A Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX) estima em 20 o número de empresas que fabricam produtos com LED no Brasil, correspondendo somente a 10% dos fornecedores de LED e com perspectivas de aumento. O LED é sempre importado variando apenas o grau de nacionalização da luminária de cada empresa. Há muitos importadores que fornecem no mercado a luminária 100% fabricada no exterior, mas com sua marca nacional estampada. A previsão da AMBILUX é que o mercado de lâmpadas LED deve crescer 30% em 2015 e que por volta de 2020, cerca de 70% do faturamento mundial em iluminação será de produtos com esta tecnologia.

Os fabricantes de LED tem oferecido cada vez produtos mais eficientes e maior variedade de modelos, proporcionando o rápido avanço tecnológico de luminárias industriais e diminuindo os custos de produção. Isso acontece devido a melhoria nos processos de fabricação e aumento de escala de produção gerada pelo aumento da demanda.

3. AUMENTO NO CONSUMO E NOS CUSTOS DE ENERGIA ELÉTRICA

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 do Ministério de Minas e Energia - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético editado em dezembro de 2014 informa que a indústria é responsável por até 40% da demanda nacional em 2014 e projeta um aumento do consumo de energia médio anual de 3,8% de 2013 a 2018, já descontando o aumento do grau de eficiência energética, conforme tabela 1.

Ano	Residencial	Industrial	Comercial	Outros	Total
	GWh				
2014	129.983	191.333	87.378	72.691	481.385
2018	154.879	222.148	108.359	83.271	568.657
2023	189.934	257.714	142.660	98.682	688.990
Período	Variação (% a.a.)				
2013-2018	4,4	3,8	5,3	3,4	4,2
2018-2023	4,2	3,0	5,7	3,5	3,9
2013-2023	4,3	3,4	5,5	3,4	4,0

Tabela 1 - Consumo de eletricidade na rede por classe - Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética)

Devido a eficiência energética, a indústria deverá sair de um patamar de 0,8% de redução de consumo em 2014 para 3,5% em 2018 e 6,6% em 2023, conforme tabela 2.

Discriminação	2014	2018	2023
Consumo	GWh		
Consumo sem conservação	249.638	310.403	381.616
Energia elétrica conservada	1.907	10.811	25.108
Energia elétrica conservada (%)	0,8%	3,5%	6,6%
Consumo com conservação	247.731	299.592	356.508
Intensidade elétrica	kWh/R\$ mil de 2010		
Sem conservação	218	222	222
Com conservação	216	215	207

Tabela 2 - Setor industrial: consumo de eletricidade e eficiência energética - Fonte: EPE

De acordo com o Banco de Informações de Geração da ANEEL - BIG , 64% da capacidade instalada total do sistema elétrico brasileiro no final de 2013 é hidráulica, conforme gráfico 1.

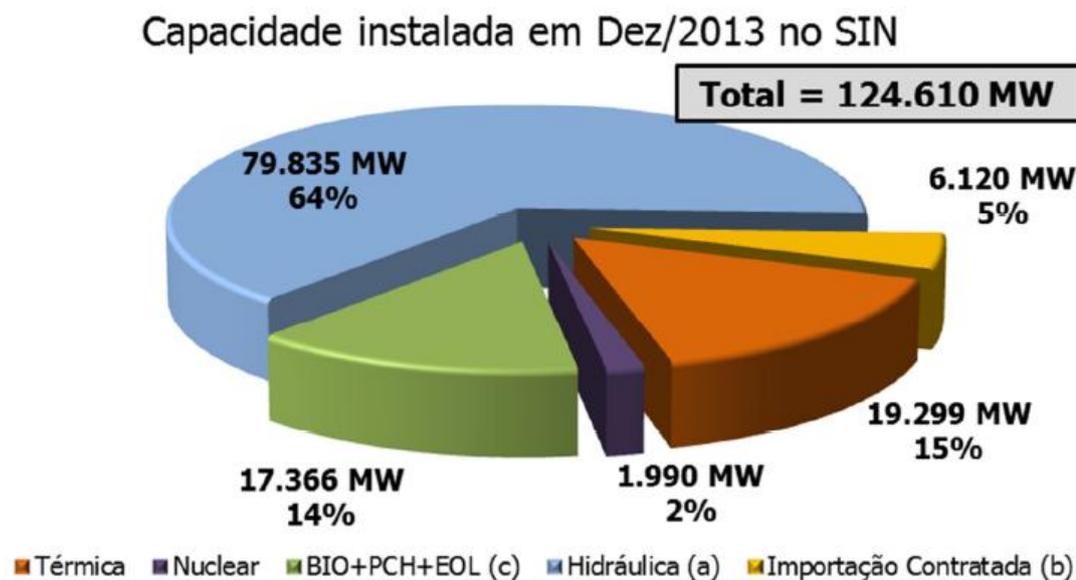


Gráfico 1 - Capacidade instalada por tipo de fonte em Dezembro de 2013 - Fonte: EPE

Segundo os especialistas Nivalde de Castro, coordenador do Gesel (Grupo de Estudos do Setor Elétrico) da UFRJ e Erik Rego, diretor da consultoria Excelência Energética, o risco de novos apagões como o ocorrido no dia 19/01/2015, quando 11 estados e o Distrito Federal ficaram sem energia, permanece alto em razão do forte calor, chuva abaixo da média e os baixos níveis dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Os picos de consumo provocados pelas altas temperaturas, associados a um sistema operando praticamente no limite em razão da pior crise hidrológica dos últimos 80 anos têm elevado os riscos de colapso no fornecimento de energia. O país vive um desequilíbrio entre oferta e demanda. "Todas as termelétricas estão funcionando, então não temos reserva. Se a demanda dá um pico e a oferta não atende, então temos um blecaute. E a tendência é se repetir esse tipo de problema", diz Nivalde de Castro. Desde o final de 2012, as termelétricas, que foram contratadas como uma espécie de seguro, estão sendo utilizadas continuamente. Atualmente, elas são responsáveis por atender cerca de 20% da demanda por energia do país. O uso intensivo das térmicas, que têm operado no limite e postergado ao máximo as paradas técnicas programadas, para fazer manutenção, também elevam os riscos de novos blecautes no país. Segundo Erik Rego, a curto prazo, não há como subir a oferta sobrando apenas a opção de atuar no consumo, solicitando economia a população.

Enquanto a projeção do aumento de consumo da indústria é de 16% para o período entre 2014 e 2018, devido aos pontos já mencionados acima, não há segurança de que a oferta interna de eletricidade será garantida.

Nos últimos 2 anos os custos das tarifas de energia elétrica tiveram vários aumentos, só no primeiro semestre de 2015 houve aumento de 50% no Paraná, por conta dos efeitos da estiagem. O custo médio da energia para a indústria brasileira subiu em Março

para R\$ 534,28 por MWh e o país passou a ocupar a primeira posição em ranking internacional de preços, segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (Firjan). O ranking avalia o custo de energia para a indústria em 28 países. É a primeira vez que o Brasil ocupa a liderança do ranking desde 2011, quando começou o monitoramento. O custo é 107,5% superior à média dos países selecionados e mais de 330% acima da média do custo dos Estados Unidos.

Dependendo do grau de utilização da energia elétrica em seu processo produtivo, o consumo de energia na iluminação de uma empresa varia de 4% do total, como no caso de fundição de alumínio, a 99%, como no caso de centros logísticos de distribuições com grandes galpões.

4. ESTUDO DA VIABILIDADE FINANCEIRA

Este capítulo tem por objetivo analisar a viabilidade financeira de substituir 500 luminárias com lâmpadas de vapor metálico de 400W por 500 luminárias com tecnologia LED de 98W na área industrial da CSN - Companhia Siderúrgica Nacional da unidade de Araucária - PR.

Abaixo estão relacionados os dados levantados no primeiro semestre de 2015 na empresa que serão utilizados para as tabelas de comparação dos principais custos envolvidos na hipótese de se continuar com a utilização das lâmpadas de vapor metálico e com a substituição pelo LED.

4.1 Regime de utilização das luminárias

A tabela 3 informa a quantidade de horas mensais e anuais que as luminárias permanecem ligadas.

Horas por dia	Dias por mês	Total de horas mensais	Total de horas anuais
24	30	720	8.640

Tabela 3 - Regime de utilização das luminárias na CSN

4.2 Potência das luminárias e vida útil

A luminária com uma lâmpada de 400 W necessita igualmente um reator de 40W, totalizando uma potência de 440 W, sendo a mais comum no ambiente industrial. A luminária com LED, já com fonte inclusa, consome 98W, mantendo a mesma capacidade de iluminação, apresenta redução de 77,7% no consumo de energia e uma vida útil 5 vezes maior em relação a lâmpada e 25% em relação ao reator.

Levando em consideração o regime de utilização na CSN de 8.640 horas anuais indicada na tabela 3, projeta-se a vida útil dos componentes na tabela 4.

Componentes da luminária	Potência (Watt)	Vida útil (horas)	Vida útil (anos)
Lâmpada de vapor metálico	400	10.000	1,16
Reator	40	40.000	4,63
LED	98	50.000	5,79
Diferença	- 77,7%	+ 500% lâmpada + 25% reator	

Tabela 4 - Potência das luminárias e vida útil

4.3 Custo das luminárias

O custo unitário da lâmpada de vapor metálico é de R\$ 50 e do reator de R\$ 60 para reposição, sendo que o refletor somente necessita de limpeza e não entra como custo de reposição por não ter desgaste. Segundo a vida útil dos dois itens e o regime de utilização de 8.640 horas anuais, é necessário gastar anualmente R\$ 28.800 ($8.640\text{hs} / 10.000\text{hs} \times 500\text{pç} \times \text{R}\50) + ($8.640\text{hs} / 40.000\text{hs} \times 500\text{pç} \times \text{R}\60) para compra de reposição.

O custo unitário da luminária com tecnologia LED completa é de R\$ 870 sendo consideradas 500 peças como investimento inicial totalizando R\$ 435.000 ($500\text{pç} \times \text{R}\870) para substituir as 500 de vapor metálico.

4.4 Custo da mão de obra para troca da lâmpada de vapor metálico e da energia elétrica

Para trocar uma lâmpada de vapor metálico e um reator, devido ao risco de trabalho em altura, são necessárias 2 pessoas que levam em média 1 hora para o serviço. O custo médio por hora é de R\$ 25 por pessoa, totalizando R\$ 50 por troca. A cada 4 lâmpadas trocadas é necessária a troca de 1 reator conforme a vida útil. Segundo o regime anual de utilização das lâmpadas, o custo total de mão de obra anual é de R\$ 27.000 $(8.640\text{hs} / 10.000\text{hs} \times 500\text{pç} \times \text{R}\$50) + (8.640 / 40.000 \times 500\text{pç} \times \text{R}\$50)$.

A tarifa vigente no contrato no mercado livre é de R\$ 0,25 KwH

4.6 Comparação de custos totais e análise de viabilidade

Na tabela 5 são relacionados os custos totais das duas soluções, a economia na aplicação do LED, o seu fluxo de caixa com o investimento e as economias geradas na sua vida útil de 5,79 anos.

Regime de 8640 hs anuais	Vapor Metálico	LED	Economia anual		Fluxo de caixa durante a vida útil do LED (5,79 anos) R\$
Investimento inicial LED R\$					(435.000)
Custo de reposição de material R\$	28.080		28.080	7%	162.583
Custo de reposição com mão de obra R\$	27.000		27.000	6%	156.330
Carga unitária W	440	98	342		
Carga total W	220.000	49.000	171.000		
Custo com energia (tarifa R\$0,25 Kwh)	475.200	105.840	369.360	87%	2.138.594
Valores totais	530.280	105.840	424.440	100 %	2.022.507

Tabela 5 - Economia e fluxo de caixa na aplicação de LED.

Os valores se referem aos levantados no terceiro trimestre de 2015, sendo que há uma forte tendência dos custos de energia e luminárias de vapor metálico subirem, mas as de LED, devido a economia de escala e novas tecnologias de fabricação, diminuirão, favorecendo mais ainda os retornos financeiros da aplicação do LED.

Conforme tabela 5 e gráfico 2, os custos anuais diminuem de R\$ 530.280 para R\$ 105.840 gerando uma economia de 80% correspondendo a R\$ 424.440. A maior parte da economia (87%) é no custo com energia elétrica, seguido pelo custo de reposição dos componentes da luminária de vapor metálico (7%) e mão de obra correspondente (6%).

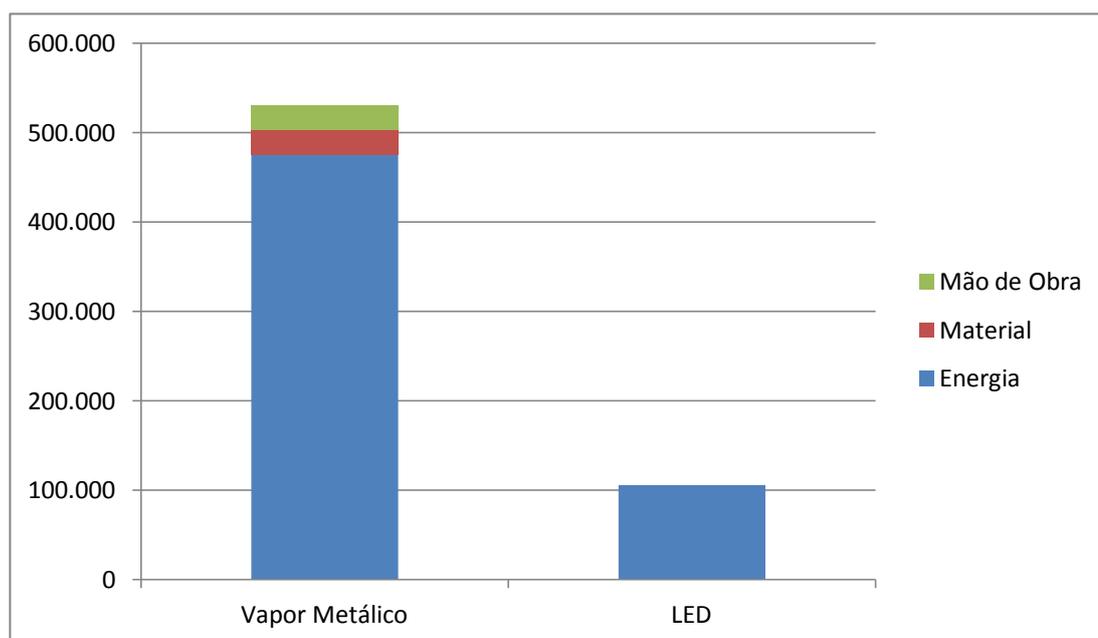


Gráfico 2 - Economia na aplicação de LED.

A tabela 5 indica uma economia de R\$ 2.022.507 durante a vida útil do LED de 5,79 anos no fluxo de caixa considerando o valor do investimento inicial de R\$ 435.000 com a compra das luminárias com LED e o gráfico 3 soma todos os valores gastos com cada solução. O gasto com LED é 1/3 da solução com vapor metálico.

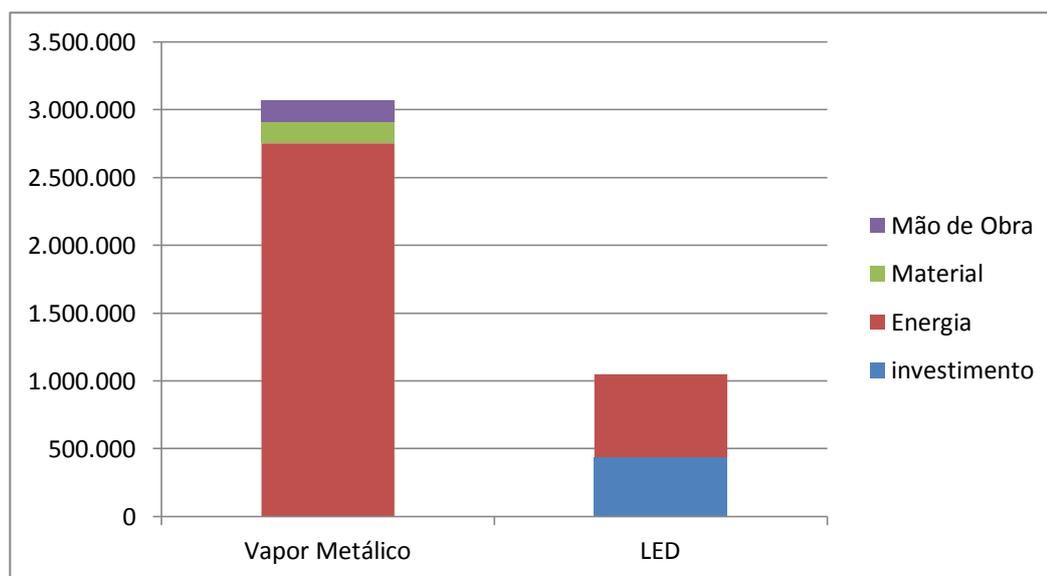


Gráfico 3 - Valores totais ao longo da vida útil do LED

Em pouco mais de um ano o investimento na solução com LED se paga. O payback descontado a uma taxa de 10% é de 1,14 anos, conforme gráfico 4 e tabela 6.

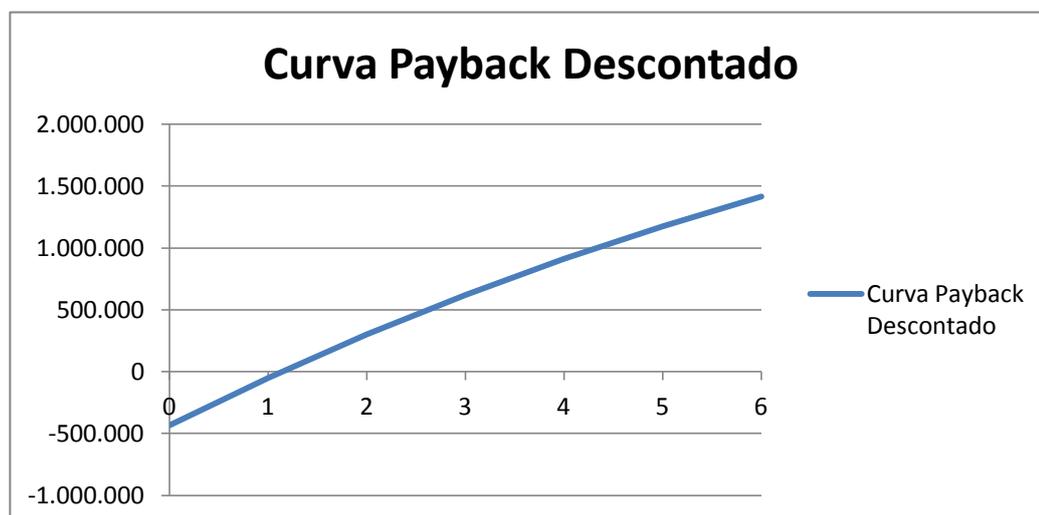


Gráfico 4 - Curva de payback descontado

Considerando uma taxa de desconto de 10%, o VPL (Valor Presente Líquido) é de R\$ 1.363.234 frente a um investimento inicial de R\$ 435.000 e uma TIR (Taxa Interna de Retorno) de 95,47% sendo financeiramente viável e bastante atrativo.

Taxa de desconto	10%
Payback descontado	1,14
VPL	R\$ 1.363.234
TIR	95,47%

Tabela 6 - Taxa de desconto, payback, VPL e TIR

5. Conclusão

Tendo em vista o exposto, a luminária com tecnologia LED para área industrial substituindo a de vapor metálico de 400W se mostrou extremamente atraente por ser ecologicamente correta e contribuir com a redução de consumo de energia elétrica, diminuição das horas gastas com a manutenção e aumento da competitividade das indústrias.

Considerando os riscos de falta de energia nos momentos de pico de consumo brasileiro, a necessidade de constantes investimentos em ampliação da oferta de eletricidade e modernização, os recentes aumento nas tarifas, torna-se extremamente atraente a adoção do LED na iluminação para ajudar a diminuir os riscos e as pressões sobre seus custos na sociedade brasileira.

Examinando os dados da viabilidade financeira de substituir 500 luminárias com lâmpadas de vapor metálico de 400W por 500 luminárias com tecnologia LED de 98W na área industrial da CSN, conclui-se que é extremamente viável, pois apresentou um payback de 1,14 anos, VPL (Valor Presente Líquido) de R\$ 1.363.234 frente a um investimento inicial de R\$ 435.000 e uma TIR (Taxa Interna de Retorno) de 95,47%. Soma-se a estes resultados calculados todas as outras vantagens técnicas e sociais mencionadas anteriormente.

8. Referências Bibliográficas

Laboratório de Iluminação - IAR - UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas) acesso

<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/dicasemail/led/dica36.htm>

Óptica - Raios e feixes de luz - UFPA (Universidade Federal do Paraná)
acesso <http://www.cultura.ufpa.br/petfisica/conexaofisica/optica/008.html>

"Trio ganha Nobel de Física por viabilizar uso de LED para iluminação." G1
Jornal da Globo - São Paulo - 07/10/2014

ALVARENGA, Darlan - "Entenda os fatores de risco para novos blecautes no Brasil." G1 Jornal da Globo - São Paulo - 21/01/2015

ALVARENGA, Darlan - "Indústria do LED diz que país pode reduzir 10% do consumo de energia." G1 Jornal da Globo - São Paulo - 12/02/2015

PEIXOTO, Ari - "Reajustes no custo da energia estão prejudicando a indústria brasileira." G1 Jornal da Globo - Rio de Janeiro - 11/03/2015

"Brasil passar a liderar ranking de custo de energia para indústria." G1
Jornal da Globo - São Paulo - 27/03/2015

ALVARENGA, Darlan - "Mesmo sem chip local, indústria de LED cresce com a crise energética." G1 Jornal da Globo - São Paulo - 17/05/2015

JASPER, Fernando - "Conta de luz no Paraná já subiu 51% neste ano." -
Gazeta do Povo - 17/06/2015

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 do Ministério de Minas e Energia - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético editado em dezembro de 2014

MENDONÇA, Luis Geraldo; BOGGISS, George Joseph; GASPAR, Luiz Alfredo Rodrigues; HERINGER, Marcos Guilherme. Matemática Financeira. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.