



REDUÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COM ILUMINAÇÃO INTERNA ATRAVÉS DE LÂMPADAS DE INDUÇÃO NA VM-CBA*

Manoel Inácio dos Reis Neto¹

Daniel Henrique Soares²

Tulio Sanra Nardy Nader³

Resumo

Substituição das atuais lâmpadas de Vapor Metálico/Sódio/Mercúrio de 440 W por lâmpadas com a tecnologia de iluminação através de indução magnética em uma das Salas Fornos da CBA (Companhia Brasileira de Alumínio do grupo Votorantim Metais). As principais vantagens dessa tecnologia são a alta eficiência e o longo ciclo de vida sem significativas depreciações luminosas, diminuindo drasticamente o ciclo de troca e a necessidade de manutenção permanente. Além disso, há uma redução significativa no consumo de energia elétrica de aproximadamente 51% e de 100% no custo de manutenção por um período de 11 anos, contribuindo para a melhoria da eficiência energética da fábrica com uma prática simples e sustentável.

Palavras-chave: Lâmpadas indução; Eficiência energética; Iluminação

ENERGY CONSUMPTION REDUCTION OF INTERNAL LIGHTING THROUGH INDUCTION LAMPS

Abstract

Vapor Metallic/Sodium/Mercury 440 W lamps replacement for magnetic induction lighting technology at Potrooms at CBA (Brazilian Aluminum Company group Votorantim Metals). The main advantages of this technology are the high efficiency and useful life close to 11 years without significant reductions in lighting and strong positive impact in maintenance. In addition to that, there is a significant reduction in power consumption of approximately 51%. The implementation of this project will ensure relevant reduction in maintenance activities, with a simple, reliable and sustainable practice.

Keywords: Induction lamps; Energy efficient; Lighting.

¹ Engenheiro Eletricista, MBA em Administração e Estratégia de Negócios, Consultor de Engenharia na área de Gestão de Energia, Gerência Geral das Salas Fornos, CBA – Companhia Brasileira de Alumínio, Alumínio, São Paulo, Brasil.

² Engenheiro de Produção, MBA em Energia Renováveis, Engenheiro de Tecnologia, Tecnologia, Votorantim Metais, São Paulo, São Paulo, Brasil.

³ Engenheiro Eletricista, MBA em Gestão Empresarial, Coordenador de Manutenção nas Salas Fornos, Gerência Geral das Salas Fornos, CBA – Companhia Brasileira de Alumínio, Alumínio, São Paulo, Brasil

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



1 INTRODUÇÃO

A busca contínua de novas tecnologias e modelos de negócios sustentáveis para economia de energia e custos na área de iluminação da CBA, fez com que a área de Gestão de Energia, realizasse um piloto em uma das Salas Fornos da fábrica, substituindo as atuais lâmpadas de Vapor de Mercúrio/Sódio/Metálico de 440 W (Potência da lâmpada mais a perda de energia térmica do reator) por lâmpadas de Indução de 215 W (Potência da lâmpada mais a perda de energia térmica do reator). O objetivo do projeto foi a redução no consumo de energia elétrica, além da melhora na qualidade no ambiente de trabalho, no bem estar e segurança dos colaboradores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

A tecnologia das lâmpadas de indução de 200 W fabricada pela LVD Lamps em Shanghai na China e distribuída no Brasil pela empresa Ecolampe Iluminação Sustentável (Modelo: Round 200 W), consiste na radiação gerada pela excitação do meio externo, gás de mercúrio em baixa pressão existente, por indução eletromagnética provinda de um gerador especial de rádio frequência (reator eletrônico) o que faz com que os íons deste gás emitam luz e o que diferencia das demais lâmpadas de descarga é que o nº de acendimento não tem influência sobre a vida útil, pois não tem meios físicos de propagação de corrente como filamentos ou cátodos que depreciam com o tempo.

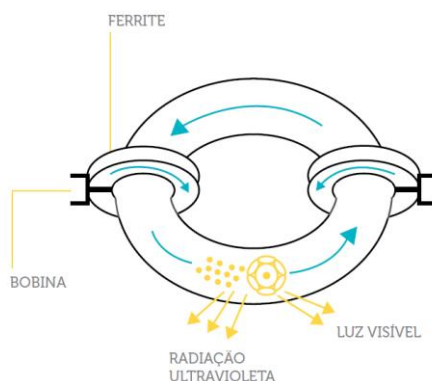


Figura 1. Lâmpada de Indução Ilustrativa

Além disto a lâmpada de indução tem um custo menor do que as lâmpadas de mesma potência com tecnologia tipo LED e também as demais características abaixo:



Figura 2. Lâmpada de Indução Real

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



- Vida útil de 100.000 horas do sistema de iluminação.
- Redução no consumo de Energia Elétrica.
- Acendimento e reacendimento imediato.
- Aumento na qualidade visual do ambiente de trabalho.
- Facilidade na instalação, pois existe um adaptador para soquete E40, aproveitando a luminária existente.
- Garantia de 5 anos.
- Sem efeito “flicker” (cintilamento).
- Baixa geração de calor.
- Alto índice de reprodução de cor IRC >82, portanto, permite a reprodução de cor com alta fidelidade
- Material ecologicamente correto, pois utiliza mercúrio no estado sólido, combinado com outros metais (amálgama), inclusive possui uma quantidade de mercúrio muito menor, quando comparado com as outras lâmpadas (mercúrio convencional líquido), conforme tabela abaixo:

Tabela 1. Comparativo de composição e utilização de mercúrio

Comparativo de composição e utilização de mercúrio dos principais modelos de lâmpadas					
Tipo de Lâmpada	Low Pressure Sodium (SOX)	High Pressure Sodium (HPS)	Metal Halide	48° Fluorescent Tube	Induction Lamps
Average Mercury (Hg) Content (in Micrograms (mg]*)	GE SOX: 6~8 Philips SOX: 12~16	Osram HPS: 13~20 Sylvania HPS: 12~15	GE: 11~30 Philips 12~15	Sylvania: 40~43 Philips low Hg: 10~12	Miser: 6.4 mg
Mercury use per 20.000 hours #	12.4 mg Hg	14.3 mg Hg	37.8 mg Hg	27.6 mg Hg	1.3 mg Hg

Fonte: England National Lighting Sources Teste Center

- Menor % de degradação e melhor curva de depreciação luminosa.

% Depreciação Luminosa

Induction Lamp	3% a 5%
Vapor de Sódio	30%
Vapor Metálico	30%
Fluorescente - LFT	25%

2000 Horas = 42 days * 24 horas/dia.

Figura 3. % Depreciação Luminosa [1].

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

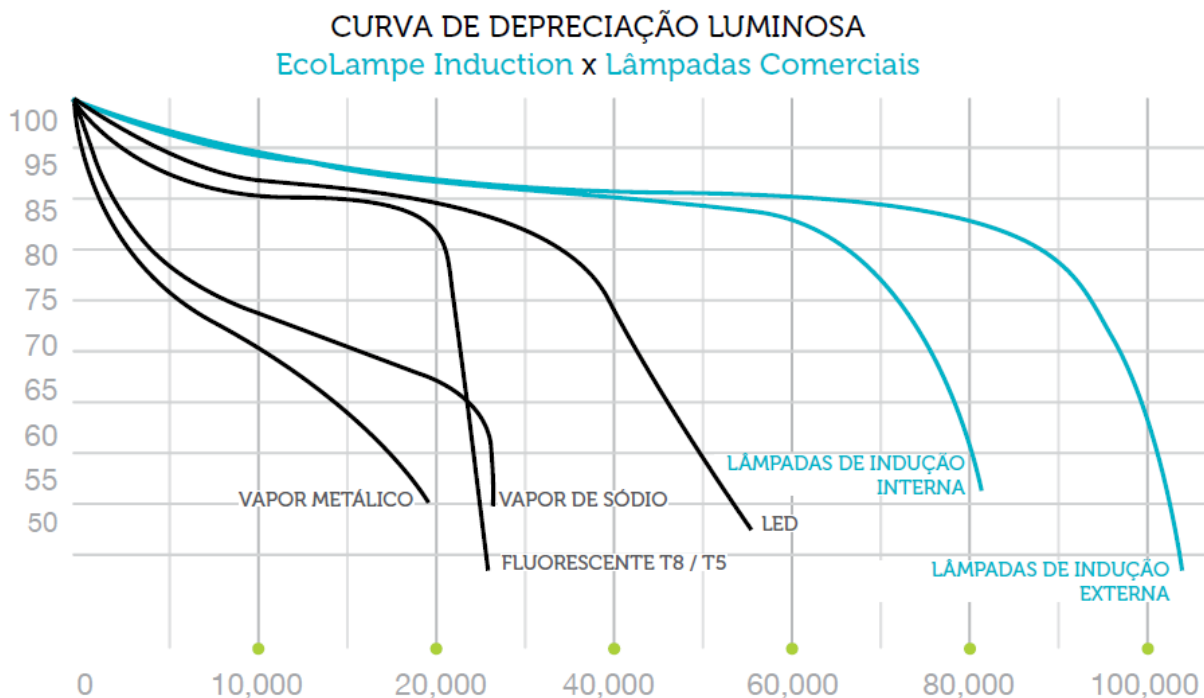


Figura 4. % Curva de Depreciação Luminosa [1].

- Fator de Potência do reator > 0,99



Figura 5. Reator da lâmpada de indução

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Testes e Medições

A primeira etapa do trabalho consistiu na definição de onde seriam realizados os testes. O local escolhido foi um dos galpões da Salas Fornos, em virtude da criticidade do ambiente para esses equipamentos: local com intenso campo magnético e grande concentração de gases e particulados.

Definido o local, foi realizada a medição do consumo de energia elétrica e intensidade luminosa, para ser utilizado como base nos resultados após o teste.

No dia 02/09/13 foram identificados os 5 pontos onde foram instaladas as lâmpadas e também os nove pontos de medição, pois além da verificação da intensidade luminosa em baixo das lâmpadas é importante também medir os valores nos pontos de interposição entre uma lâmpada e outra.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

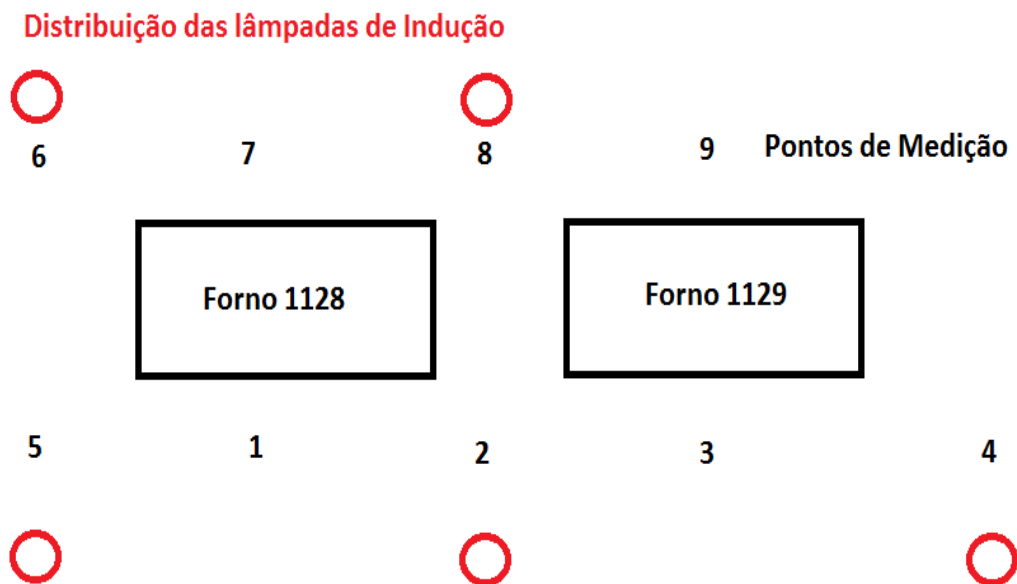


Figura 6. Pontos de distribuição das lâmpadas e medição.

O Resultado no 1º dia após a substituição das lâmpadas comum por lâmpadas de indução foram surpreendente, pois aumentou em mais 325% a intensidade luminosa nos pontos definidos, de acordo com os valores mostrados na Tabela 2 e pela diferença de luminosidade conforme mostra a figura 7.

Tabela 2. Pontos de Medição da Intensidade Luminosa

	Data	Pontos Medidos									Média em Lux (Lâmp de Indução)	Média em Lux (Lâmpada Atual)	Percentual de Luminosidad e
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1ª Medição - Antes da Troca	02/09/2013	11	16	14	13	15	20	18	21	20	16	16	
2ª Medição	03/09/2013	53	54	48	35	52	45	51	60	52	52	16	325,0%

Obs: As medições de intensidade luminosa foram feitas no período noturno, para não ter influência da iluminação solar externa.



Figura 7. Pontos iluminados com as lâmpadas de indução.



Por se tratar de um ambiente com concentração de gás e particulados, novas medições foram realizadas em outros momentos (25/09/13, 22/20/13 e 16/04/14) resultando os valores abaixo:

Tabela 3. Pontos de Medição da Intensidade Luminosa de todo período de teste

	Data	Pontos Medidos									Média em Lux (Lâmp de Indução)	Média em Lux (Lâmpada Atual)	Percentual de Luminosidad e
		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1ª Medição - Antes da Troca	02/09/2013	11	16	14	13	15	20	18	21	20	16	16	
2ª Medição	03/09/2003	53	54	48	35	52	45	51	60	52	52	16	325,0%
3ª Medição	25/09/2013	32	38	36	34	28	31	36	36	35	34	14	242,9%
4ª Medição	22/10/2013	33	33	32	33	28	32	32	38	38	33	10	332,2%
5ª Medição	16/04/2014	21	22	22	22	22	20	24	25	24	22	10	224,4%

A redução da intensidade luminosa é devido a presença do gás flúor proveniente do processo industrial que ataca a face externa do vidro da luminária e vai deixando-o opaco, onde a equipe de manutenção a cada 6 meses realiza a troca destes, mas nas de indução propositadamente este serviço ainda não foi realizado, pois a ideia é identificarmos o tempo que ela levará para atingir a média das demais luminárias com lâmpadas de vapor de sódio/mercúrio/metálico de 10 Lux.

Independente desta situação houve um acréscimo de mais de 200% na intensidade luminosa, conforme apresentado na medição do dia 16/04/14.

Realizado também a medição de corrente e tensão das lâmpadas onde os valores medidos abaixo comprovam sua eficiência.

Tabela 4. Medição da Tensão e Corrente das lâmpadas'

Lamp Indução 1		Lâmpada Metálica 1	
Tensão (V)	206,70	Tensão (V)	203,30
Corrente (A)	0,88	Corrente (A)	1,78
Potência (W)	181,90	Potência (W)	361,87
Economia	50%		

Lamp Indução 2		Lâmpada Metálica 2	
Tensão (V)	203,60	Tensão (V)	200,20
Corrente (A)	0,89	Corrente (A)	1,85
Potência (W)	181,20	Potência (W)	370,37
Economia	51%		

Lamp Indução 3		Lâmpada Metálica 3	
Tensão (V)	202,60	Tensão (V)	199,50
Corrente (A)	0,93	Corrente (A)	1,89
Potência (W)	188,42	Potência (W)	377,06
Economia	50%		

Lamp Indução 4		Lâmpada Metálica 4	
Tensão (V)	204,60	Tensão (V)	201,20
Corrente (A)	0,93	Corrente (A)	1,94
Potência (W)	190,28	Potência (W)	390,33
Economia	51%		

Lamp Indução 5		Lâmpada Metálica 5	
Tensão (V)	201,30	Tensão (V)	200,10
Corrente (A)	0,95	Corrente (A)	1,90
Potência (W)	191,24	Potência (W)	380,19
Economia	50%		

Lamp Indução (MÉDIA)		Lâmpada Metálica (MÉDIA)	
Vmédia (V)	203,76	Vmédia (V)	200,86
Imédia (A)	0,92	Imédia (A)	1,88
Pmédia (W)	186,64	Pmédia (W)	377,11
Economia	51%		

Outro ganho esperado e constatando foi na manutenção destas lâmpadas, não havendo necessidade de intervenções desde a sua instalação.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



3.2 Análise Financeira

Com o sucesso dos testes, foi aprovado pela diretoria a implantação dessa tecnologia na Sala Fornos, substituindo as 752 lâmpadas existentes, com data prevista de conclusão dos trabalhos em Agosto/14

O potencial de ganho financeiro chegará em torno de R\$ 261 mil/ano, incluindo ganhos com a economia de energia elétrica e com manutenção.

O investimento previsto será de aproximadamente R\$ 500 mil.

Tabela 5. Estudo Financeiro

Solução de Iluminação	Qtd	Potência Watts	Potência Real Watts *Medição	Potência Real Instalada Kwh	Consumo de Mwh (Anual)
VAPOR DE SÓDIO	752	400	440,0	330,88	2891
ROUND 200W	752	200	216	162,43	1419
REDUÇÕES NOMINAIS	0	200	224	168,45	1472
REDUÇÕES PERCENTUAIS		50,00%	50,91%	50,91%	50,91%

Considerando estas premissas e um cenário de 5 anos o VPL, TIR e Payback alcançado foram muito favoráveis, o que comprova a viabilidade deste projeto.

Tabela 6 Análise da viabilidade do projeto

Cenário 5 anos	
VPL	R\$ 510.000,00
TIR	39,61%
Payback	1,96

* VPL – Valor Presente Líquido é a fórmula matemático-financeira capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa de juros apropriada, menos o custo do investimento inicial. Basicamente, é o cálculo de quanto os futuros pagamentos somados a um custo inicial estariam valendo atualmente [2]; ** TIR – Taxa Interna de Retorno é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente [3]; PAYBACK – é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento [4].

3.3 Ganhos Comprovados

Diante dos resultados apresentados as metas previamente definidas foram alcançadas, pois foi confirmado:

- Economia de 51% no consumo de Energia Elétrica da Salas Fornos;
- Redução na emissão de gases de efeito estufa;
- Aumento em mais de 200% da intensidade luminosa;
- Melhora no bem-estar, segurança e qualidade no ambiente de trabalho;
- Redução dos custos de manutenção e reposição (troca das lâmpadas e reatores) em 100%, exceto o serviço de substituição dos vidros das luminárias, pois este tipo de serviço, independentemente do tipo de tecnologia (comum, Led, indução) tem que ser realizado devido ao ambiente.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



4 CONCLUSÃO

A partir de uma necessidade de melhorar a eficiência energética da CBA, foi utilizado um processo simples de mudança na tecnologia de iluminação interna de galpões industriais. Além dos ganhos financeiros, o projeto possibilitou um benefício nas condições de trabalho dos empregados da fábrica, através da utilização de uma prática sustentável e ecologicamente correta.

Agradecimentos

Agradeço este trabalho a parceria com a Empresa Ecolampe Iluminação Sustentável por ter cedido gratuitamente as 5 lâmpadas para o piloto, ao Wagner Lima pela ideia de se realizar um teste com estas lâmpadas, ao Daniel Henrique por ter me informado da possibilidade de participação do 35º Seminário de Energia e Utilidades e principalmente ao empenho e dedicação dos colegas de trabalho: Túlio Sanra, Christiano Heinz, Mauricio Noetzold e Marcelo Fogaça que com comprometimento e senso de dono dedicaram todos os esforços possíveis para o sucesso deste projeto e também o apoio do Gerente Geral da Salas Fornos Alexandre Vianna.

REFERÊNCIAS

- 1 England National Lighting Sources Teste Center.
- 2 Wikipédia: A enciclopédia livre [página da internet]. Brasil, 2014 [acesso em 17 mai. 2014]. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Vpl>.
- 3 Wikipédia: A enciclopédia livre [página da internet]. Brasil, 2014 [acesso em 17 mai. 2014]. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Taxa_interna_de_retorno.
- 4 Wikipédia: A enciclopédia livre [página da internet]. Brasil, 2014 [acesso em 17 mai. 2014]. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Payback>.

* *Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.*