

# EFICIENTIZAÇÃO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DOS GALPÕES DA COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL (CSN) <sup>1</sup>

Flávio Costa Martinez <sup>2</sup>

## Resumo

A presente contribuição técnica apresenta uma nova tecnologia em iluminação, conhecida como lâmpada de indução magnética. Estas lâmpadas têm como característica uma longa vida útil que pode ultrapassar 100.000 horas, além de uma grande redução no consumo de energia, chegando em alguns casos a mais de 60% de economia. Atualmente, grande parte dos galpões da Companhia Siderúrgica Nacional encontra-se com muitas lâmpadas queimadas, despadronizadas, proporcionando uma iluminância inferior aos valores de projeto, recomendados por norma, prejudicando a visibilidade no interior destas áreas e trazendo uma condição insegura de trabalho. Esta nova tecnologia de lâmpadas, além de adequar a iluminação no interior dos galpões conforme normas estabelecidas, trará uma redução no custo de manutenção do sistema de iluminação, bem como uma redução de aproximadamente 60% no consumo de energia elétrica com iluminação, alinhando-se com os projetos de conservação de energia elétrica e trazendo substanciais benefícios em termos de competitividade e sustentabilidade ambiental para a CSN.

**Palavras-chave:** Eficientização; Iluminação; Lâmpadas; Indução.

## EFFICIENCY OF THE LIGHTING SYSTEM OF THE SHEDS OF COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL (CSN)

### Abstract

This contribution presents a new technique in lighting technology, known as magnetic induction lamp. These lamps has a long life as a characteristic that can exceed 100,000 hours, in addition to of a major reduction in energy consumption, reaching in some cases to more than 60% of the economy. Actualy, much of the sheds of CSN has many lamps burned, out of standard, providing a lower luminance to project values recommended by standard, impairing visibility within these areas and bringing an unsafe condition. This new technology lamps, as well as to adapt the lighting inside the sheds as established norms, will bring a reduction in the cost of maintenance of the lighting system, as well as a reduction of approximately 60% in electricity consumption with lighting, aligning himself with the electric energy conservation projects and bringing substantial benefits in terms of competitiveness and environmental sustainability to the CSN.

**Key words:** Efficiency; Lighting; Lamps; Induction.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 34º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 28º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 28 a 30 de agosto de 2013, Vitória, ES.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Eletricista. Engenheiro de Eletricista da Gerência de Distribuição de Energéticos. Companhia Siderúrgica Nacional. Volta Redonda, RJ, Brasil.*

# 1 INTRODUÇÃO

As usinas siderúrgicas constituem um dos grandes pilares da indústria brasileira, com forte presença tanto no mercado interno quanto nas exportações do país. Sua elevada importância econômica e seus significativos impactos ambientais as tornam, com frequência, objeto de debates, nos quais políticas públicas são sugeridas no sentido da sua expansão ao mesmo tempo em que organizações sociais fazem restrições de cunho ambiental às suas atividades.

Programas de conservação de energia que envolve não só tecnologias mais eficientes, mas também novos arranjos gerenciais e melhores hábitos de consumo têm sido adotados na indústria siderúrgica de inúmeros países. Tais programas visam otimizar o perfil e a qualidade do consumo, de forma a diminuir os gastos e os impactos ambientais associados ao consumo de energia.

Pressões de cunho ambientalista têm motivado um aumento na reciclagem de produtos e resíduos da indústria siderúrgica. Da mesma forma, têm exigido reduções nos principais consumos energéticos específicos, dentre estes, a energia elétrica.

A Usina Presidente Vargas (UPV), localizada em Volta Redonda no interior do estado do Rio de Janeiro é a unidade do grupo CSN que apresenta o maior consumo de energia elétrica, cerca de 240 MWh, o que a coloca entre os maiores consumidores de energia elétrica do país.

Dentre os 240 MWh de energia consumida, 12 MWh são gastos com iluminação dos galpões de produção, iluminação das áreas externas e iluminação dos setores administrativos da empresa.

A priori, 12 MWh não parece ser significativo perante ao consumo total da empresa, mas para termos uma noção deste montante, este valor representa um terço da energia consumida na cidade de Volta Redonda, a qual conta com uma população de aproximadamente 260 mil habitantes.

Na Figura 1, temos o consumo médio mensal de energia da UPV nos anos de 2010, 2011 e 2012.

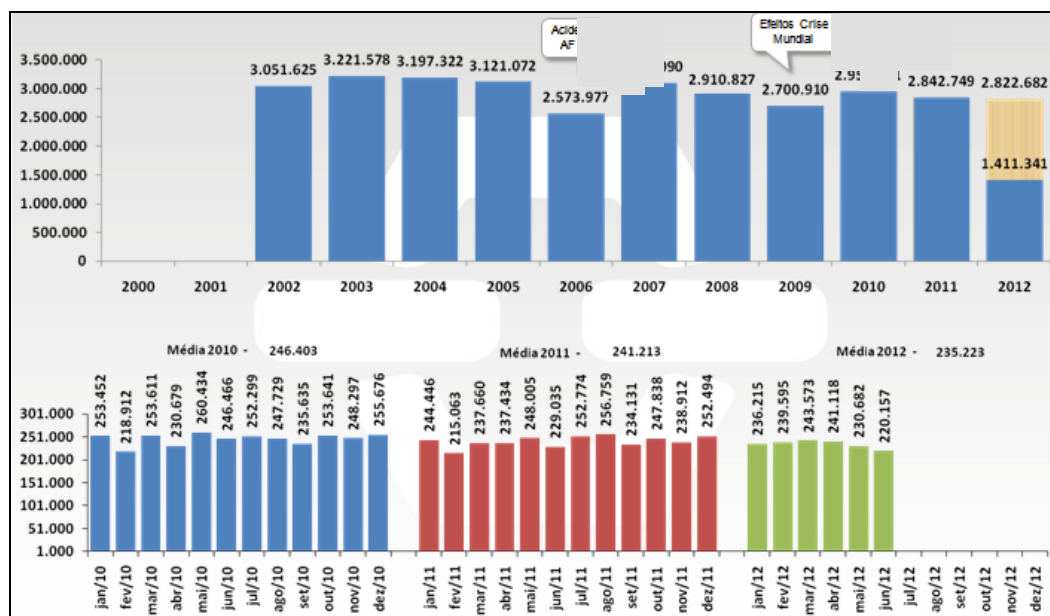


Figura 1. Consumo de energia elétrica da UPV (MWh).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho nasceu da necessidade de encontrar uma solução para diminuir o consumo de energia elétrica com iluminação nos galpões de produção da UPV, utilizando novas tecnologias disponíveis no mercado de lâmpadas de baixo consumo e alta eficiência energética.

Inseridas em um mundo globalizado e cada vez mais competitivo, as empresas buscam estratégias para diferenciarem-se da concorrência, seja através da diminuição de custos de produção ou melhoria de qualidade do produto. Para as empresas que valorizam a sustentabilidade, essa redução de custos pode ser obtida por meio de uma gestão de produção mais eficiente ou através da redução de gastos de recursos naturais como, por exemplo, energia elétrica. Essa redução de custos obtida por meio de redução de energia elétrica foi uma das formas encontrada pela CSN para se manter competitiva no mercado.

Este trabalho visa mostrar que, se de um lado, houve grandes progressos na gestão dos principais insumos energéticos na CSN, de outro, ainda há um elevado potencial de conservação de energia elétrica, que pode ser atingido com substanciais benefícios em termos de competitividade e sustentabilidade ambiental.

Através de um trabalho realizado em conjunto com todas as gerências gerais, foi feito um levantamento da atual situação da iluminação dos galpões de produção da UPV, constatando-se que:

- vários galpões apresentavam-se com parte da iluminação desativada;
- as lâmpadas instaladas encontravam-se despadronizadas;
- nível de iluminância inferior aos valores de projeto, recomendados por norma;
- lâmpadas com sistema de acionamento demorado; e
- alto custo de manutenção das lâmpadas.



**Figura 2.** Vista da iluminação do galpão EE-09.



**Figura 3.** Vista da iluminação do galpão EE-25.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Solução Proposta**

Após a realização de estudos das várias tecnologias de lâmpadas (fluorescente, led e indução) juntamente com diversos fabricantes (Philips, Osram, Soko, Everlite, Rhimex), optou-se por utilizar a tecnologia de lâmpadas de indução magnética.

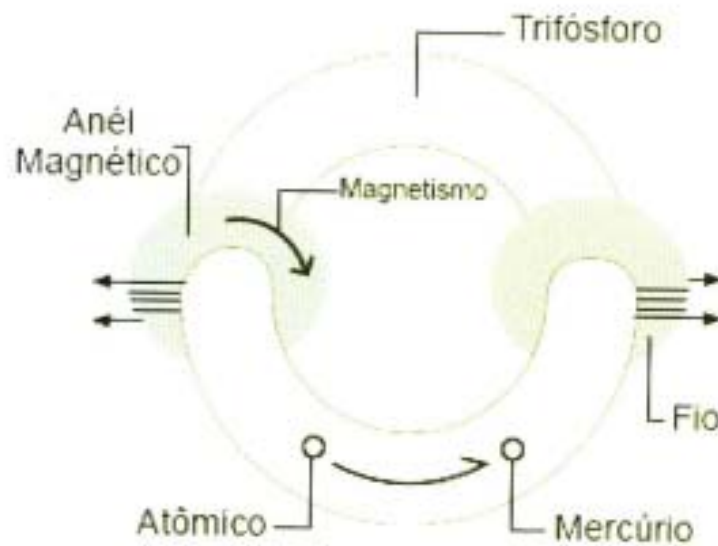
Diante dos resultados apresentados pelos fabricantes em seus respectivos projetos luminotécnicos, chegou-se a conclusão que as lâmpadas de indução apresentavam uma série de vantagens em relação às demais, tais como:

- melhoria nos níveis de iluminância dos galpões, atendendo as normas e proporcionando melhoria na produtividade, bem como na prevenção de acidentes;
- aumento da eficiência energética, proporcionando uma redução de 57% no consumo de energia de iluminação dos galpões;
- redução do custo de manutenção do sistema de iluminação;
- maior durabilidade (vida útil de 100.000 horas)
- redução de 90% no descarte de lâmpadas queimadas, alinhando-se com programas voltados à sustentabilidade;
- maior conforto visual e térmico nos galpões; e
- acionamento instantâneo das lâmpadas.

#### **3.2 Princípio de Funcionamento da Lâmpada de Indução**

A energia de alta frequência (0,23 MHz) do reator eletrônico é enviada através de fios enrolados em uma bobina em torno do indutor (anel de ferrite) criando um poderoso imã. A bobina de indução produz um campo magnético muito forte que atravessa o vidro e excita os átomos de mercúrio, em seu interior, fornecidos por um

projétil de amálgama (uma forma sólida de mercúrio), emitindo luz UV e assim, como em uma lâmpada fluorescente, é convertida em luz visível pela camada de trifósforo, no interior do tubo, resultando na mais alta densidade e maior rendimento de luz.



**Figura 4.** Esquema de uma lâmpada de indução magnética.

### 3.3 Implantação do Novo Sistema de Iluminação

Em virtude dos benefícios apontados, seguindo recomendações da Diretoria Executiva de Produção (DEPRO), foi desenvolvido um projeto piloto para os entrepostos EE-09 e EE-25, devido às condições precárias do sistema de iluminação desses galpões, conforme mostrado nas Figuras 1 e 2.



**Figura 5.** Vista da entrada do galpão EE-09.

Para a implantação do novo sistema de iluminação, foi elaborado um escopo técnico pela CSN, contemplando todas as atividades a serem executadas pela proponente, o qual consistia em:

- executar as medições do consumo de energia elétrica e da iluminância antes e depois da implantação das novas luminárias, nos galpões E-09 e E-25;

- elaborar o projeto luminotécnico para os galpões E-09 e E-25, considerando as pontes rolantes;
- especificar para cada galpão e pontes rolantes, conjuntos adequados de luminária/lâmpada/reator;
- adquirir conjuntos de luminárias/lâmpadas/reatores em conformidade com o especificado para cada situação;
- acompanhar a execução pela CSN da troca dos conjuntos, medindo, avaliando os resultados e emitindo relatório.



**Figura 6.** Vista da entrada do galpão EE-25.

Além dos itens citados acima, o trabalho ainda tinha como premissa que o projeto luminotécnico não deveria alterar a instalação elétrica existente nos galpões e deveria apresentar uma redução mínima de 50% no consumo de energia elétrica na iluminação de cada galpão, mantendo os níveis de iluminância conforme NBR 5413. A Tabela 1 apresenta os dados dimensionais de cada galpão, bem como a quantidade de lâmpadas instaladas nos mesmos.

**Tabela 1.** Dados dos galpões EE-09 e EE-25.

<b>Dados Gerais</b>	<b>Galpão EE-09</b>	<b>Galpão EE-25</b>
Comprimento	274,32 m	218,0 m
Largura	30,48 m	22,25 m
Altura	21,46 m	12,8 m
Área	8.355,79 m <sup>2</sup>	4.850,5 m <sup>2</sup>
Quantidade de Lâmpadas	148 Vapor de Sódio	63 Vapor de Sódio
Quantidade de Lâmpadas PR	17 Mista	8 Mista
Total de Lâmpadas	165	71
Tempo de Operação	24h	24h

### **3.4 Ganhos Financeiros**

Após a elaboração dos projetos luminotécnicos para cada galpão, foi feita uma análise do consumo de energia atual dos dois galpões e uma projeção do consumo com as lâmpadas de indução magnética a serem instaladas nos mesmos, levando

em consideração a premissa de economia de energia elétrica vinculada ao escopo do projeto:

**Tabela 2.** Comparativo do consumo de energia e vida útil do sistema atual x tecnologia de indução magnética.

Dados Gerais	Vapor de Sódio e Mista	Indução	Vantagens
Quantidade de Lâmpadas	236	236	Substituição 1 x 1
Potência Instalada	96.900 W	47.200 W	49.700 W a menos
Consumo de Energia	113,78 kWh	48,38 kWh	65,4 kWh a menos
Consumo Anual de Energia	983.059,2 kW	418.003,2 kW	<b>565.056 kW a menos</b>
Redução no Consumo (%)			<b>57,48 %</b>
Vida Útil	10.000 h	100.000 h	<b>90.000 h a mais</b>

Analisando a Tabela 2, observamos uma redução de mais de 565 MWh por ano, o que representaria uma economia de mais de R\$ 100.000,00 por ano, apenas para 236 lâmpadas, sendo estas na sua maioria de 400W. Para efeitos de cálculo, foi utilizado um valor de R\$ 180,00 para o MWh.

Como o projeto tem por objetivo a substituição da iluminação de todos os galpões da UPV, foi realizado um levantamento da quantidade de lâmpadas nos galpões de todas as gerências gerais, totalizando 22.424 lâmpadas (vapor metálico, vapor de sódio, vapor de mercúrio e mista), conforme tabela abaixo.

**Tabela 3.** Levantamento das lâmpadas dos galpões da UPV.

Potência (W)	Quantidade	Potência Total (W)
250	839	209.750
400	19.845	7.410.400
500	877	437.500
1000	13	17.000
Total	22.424	8.835.380

Considerando uma economia de energia elétrica na ordem de 58%, temos uma redução no consumo de energia de iluminação dos galpões de 44.890 MWh/ano, o que resulta em um montante de R\$ 8.080.343,00 por ano.

As tabelas abaixo apresentam um comparativo de investimento e seu respectivo tempo de retorno considerando as lâmpadas a vapor de sódio utilizadas atualmente nos galpões e a tecnologia de indução que será implantada, levando em conta o tempo de vida útil de cada tecnologia, custo de aquisição das lâmpadas, consumo de energia e manutenção do sistema de iluminação.

Para o cálculo de retorno do investimento, foi considerada uma base de tempo de 11 anos, que é a expectativa de vida útil das lâmpadas de indução.

**Tabela 4.** Investimento com lâmpadas a vapor de sódio ao longo de 11 anos

Lâmpadas Atuais (400 W)	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Total (R\$/ano)		
			1° ano	6° ano	11° ano
N° de lâmpadas na UPV	18.526				
Lâmpadas trocadas/ano	12.924	43,06	556.507,44	556.507,44	556.507,44
Energia Elétrica (MWh/ano)	64.915	176,00	11.425.058,30	11.425.058,30	11.425.058,30
Custo p/ troca de lâmpadas	51.696	28,00	1.447.488,00	1.447.488,00	1.447.488,00
Total			13.429.053,74	13.429.053,74	13.429.053,74
<b>Acumulado</b>			13.429.053,74	80.574.322,46	147.719.591,18

**Tabela 5.** Investimento com lâmpadas de indução magnética ao longo de 11 anos

Lâmpadas de Indução	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Total (R\$/ano)		
			1° ano	6° ano	11° ano
N° de lâmpadas na UPV	18.526				
Lâmpadas trocadas/ano	18.526	2.000,00	37.052.000,00		
Energia Elétrica (MWh/ano)	32.457,55	176,00	5.712.529,15	5.712.529,15	5.712.529,15
Custo p/ troca de lâmpadas	74104	28,00	2.074.912,00		
Total			44.839.441,15	5.712.529,15	5.712.529,15
<b>Acumulado</b>			44.839.441,15	73.402.086,91	103.013.333,91

**Tabela 6.** Comparativo de investimento ao longo de 11 anos

Tipo de Lâmpadas	Custo Total em 11 Anos
Vapor de Sódio	147.719.591,18
Indução	103.013.333,91
<b>Diferença</b>	<b>44.706.257,27</b>

Como pode ser observado nas tabelas 4 e 5, mesmo com um custo de aquisição alto, as lâmpadas de indução ao longo de sua vida útil tornam-se mais econômicas devido ao seu baixo consumo de energia e sua longa vida útil, apresentando uma economia de R\$ 44.706.257,27 ao longo de 11 anos. Além disso, os cálculos mostraram que o investimento pode ser recuperado em um período inferior a seis anos, ou seja, na metade da sua vida útil, viabilizando desta forma a implantação do projeto.

#### 4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a utilização das lâmpadas de indução magnética pode ser inserida no programa de conservação de energia da CSN que envolve tecnologias mais eficientes, demonstrando as boas práticas da empresa, no intuito de reduzir o consumo de energia, de forma a diminuir os gastos e os impactos ambientais associados a este insumo.

Além do benefício financeiro demonstrado na tabela 6, na ordem de mais de R\$ 4.000.000,00 por ano, obtido através de economia de energia, redução na aquisição de lâmpadas, menor manutenção do sistema de iluminação, outros benefícios também podem ser obtidos, tais como melhorias na qualidade de iluminação dos galpões, adequando-se aos valores exigidos pelas normas vigentes, maior conforto térmico e visual nos galpões, maior eficiência energética do sistema de iluminação, vida útil prolongada das lâmpadas, redução de 90% na geração de resíduos (lâmpadas queimadas) e um sistema de iluminação com acionamento instantâneo.

#### REFERÊNCIAS

- 1 Bajay, Sérgio Valdir, "Eficiência Energética na Siderurgia – Nota Técnica TR 09", Campinas, Fevereiro de 2009.