XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica

SENDI 2010 – 22 a 26 de novembro

São Paulo - SP - Brasil

Iluminação eficiente em túneis de São Paulo utilizando lâmpadas com tecnologia de Indução Eletromagnética

Marcio Visini Carlos	Fernando L.B. Bacellar	Rubens Leme Filho
AES Eletropaulo	AES Eletropaulo	AES Eletropaulo
marcio.carlos@aes.com	fernando.bacellar@aes.com	rubens.leme@aes.com

Palavras-chave: Eficiência Energética, Iluminação, Indução Eletromagnética, Luz, Túnel

Resumo

A iluminação urbana possui grande influencia na rotina noturna das grandes cidades, pois valorizam os espaços públicos, empreendimentos comerciais e vias de circulação. Esta iluminação pode ser de destaque, de sinalização e principalmente voltada ao aspecto de segurança, sendo apontada como um grande redutor de criminalidade quando implantada adequadamente. A segurança também é foco na movimentação de pedestres e veículos, pois um local bem iluminado possui um baixo índice de acidentes se comparado a um local mal iluminado tendo as mesmas condições de fluxo.

A iluminação de túneis possui uma regulamentação diferenciada para os diferentes períodos do dia, devendo ser observada a velocidade dos veículos e tendo a necessidade de possuir uma iluminação mais forte na entrada do túnel, tendo gradativamente a redução da intensidade da iluminação adequando-a a acomodação visual e níveis eficientes de iluminação no restante do túnel. Durante a noite, o nível de iluminamento é reduzido deixando-o de forma uniforme em toda sua extensão.

O presente artigo apresenta o atendimento das normas e principalmente as economias e vantagens que foram obtidas com a implementação do presente projeto.

1. Introdução

Neste trabalho serão apresentados 2 projetos de eficiência energética implementados em cliente da AES Eletropaulo que foram baseados em estudo e implantação de ações de eficiência energética nos sistemas de iluminação viária dos **Túneis Sebastião Camargo e Nove de Julho** no Município de São Paulo.

Os trabalhos apresentaram economias acima de 70% de energia com o emprego de sistemas de automação, substituição de luminárias, lâmpadas e reatores que utilizavam a tecnologia de vapor de sódio por um novo sistema de iluminação utilizando lâmpadas de indução eletromagnética e construção de nova rede de alimentação elétrica com

características anti-furto, sendo pioneiro com esta tecnologia em túneis na América Latina.

As lâmpadas de indução eletromagnética ao invés de utilizarem filamentos (eletrodos) como as tradicionais lâmpadas fluorescentes, trabalham com bobinas de indução eletromagnética, tecnologia que reduz consideravelmente a depreciação luminosa e multiplica o tempo de vida. Proporcionam excelente qualidade de luz (luz estável) sem o efeito “flicker” (cintilamento), reduzindo os efeitos de agressão contra a vista humana, em comparação com outras tecnologias. Abaixo apresenta-se uma luminária aberta com uma lâmpada de 120W de Indução eletromagnética e o respectivo reator ao lado direito.

Sua curva de distribuição espectral é completa, proporcionando excelente índice de reprodução de cores (IRC superior a 80 Ra), sendo altamente recomendável em ambientes que necessitem maior nível de percepção de profundidade e detalhamento de objetos (aumento da segurança). Estes benefícios só são possíveis através da utilização de reatores eletrônicos com tecnologia digital, fornecendo energia elétrica em alta freqüência de onda e baixa tensão.

Outra característica da tecnologia de indução está no fato de não utilizar mercúrio puro, utilizando em seu lugar o amálgama, material que possui concentração muito inferior de mercúrio, reduzindo assim o descarte de produtos nocivos ao ser humano e ao meio ambiente.
Outras vantagens:

- Baixa geração de calor (proporcionando redução na carga térmica, e conseqüentemente, gerando economia com sistemas de refrigeração);
- Não adiciona interferências harmônicas na rede elétrica (certificado classe L na geração de harmônicos);
- Sistema de proteção (desarme automático) para oscilações superiores a 30% (alta tolerância a oscilações de tensão);
- Fator de potência superior a 0,98;
- Acendimento imediato;

A iluminação de túneis possui uma regulamentação diferenciada para os diferentes períodos do dia, devendo ser observada a velocidade dos veículos e tendo a necessidade de possuir uma iluminação mais forte na entrada do túnel, tendo gradativamente a redução da intensidade da iluminação evitando o choque dos diferentes níveis de iluminamento interno e externo, adequando-a a acomodação visual e níveis eficientes de iluminação no restante do túnel. Durante a noite, o nível de iluminamento é reduzido deixando-o de forma uniforme em toda sua extensão.

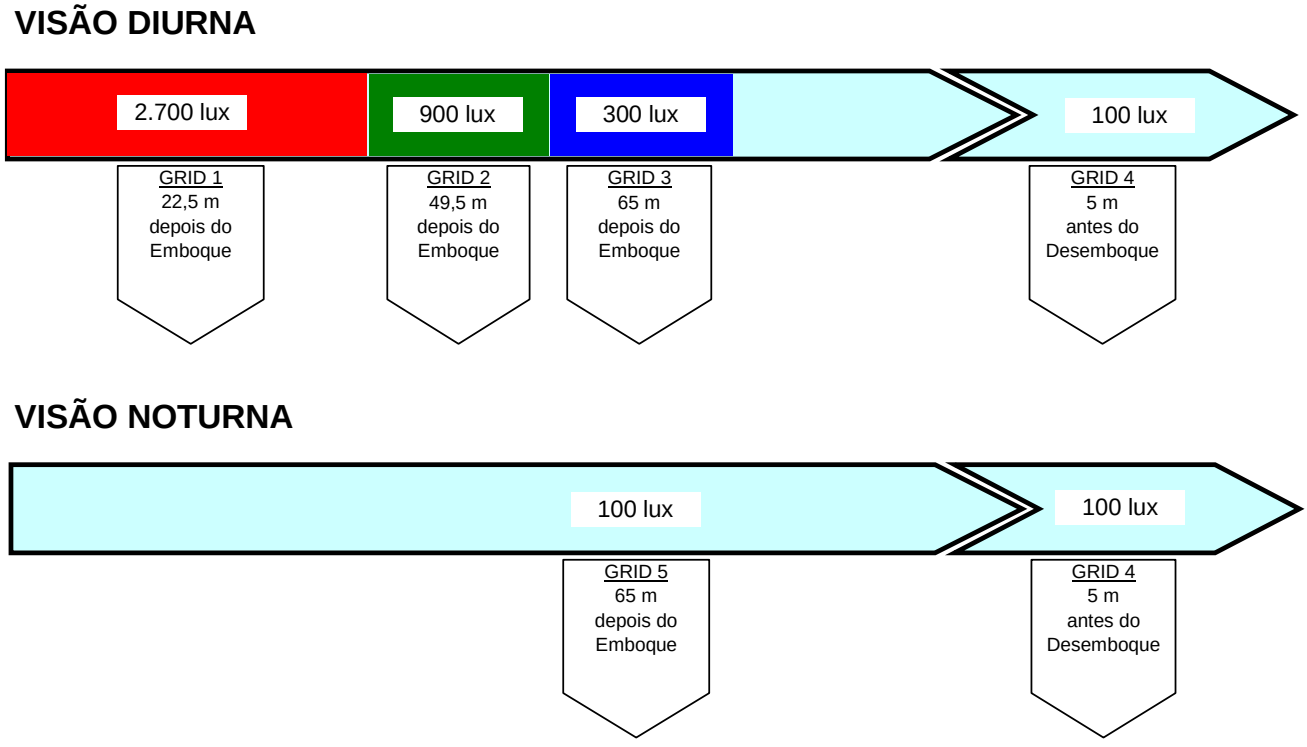
A implementação dos projetos ocorreu no segundo semestre de 2008, sendo indicado na tabela I o resumo do projeto.

Tabela I. Quadro resumo do projeto de EE.

Quadro resumo do projeto	
Título do projeto	**PMSP – Túneis Sebastião Camargo e Nove de Julho**
Concessionária	AES Eletropaulo.
Cliente	Prefeitura do Município de São Paulo
Valor investido	R$ 2.190.653,84

2. Desenvolvimento

O presente trabalho refere-se à modernização do sistema de iluminação dos Túneis Daher Cutait (Nove de Julho) e Sebastião Camargo, ambos na capital de São Paulo, através da substituição da tecnologia de vapor de sódio por tecnologia de indução eletromagnética (lâmpadas e reatores), luminárias (IP66), assim como a renovação de todo o sistema elétrico, da infra-estrutura (eletrocalhas, eletrodutos, e acessórios), ao sistema de cabeamento. Vale ressaltar que, para a execução do serviço proposto, foram observadas as normas ABNT PNB-318/76 e ABNT NBR 5181 de iluminação de túneis, desta forma, a configuração de luminosidade nos diferentes períodos deve atender conforme indicado abaixo.



Fotos ilustrativas:

Túnel Daher Cutait (Nove de Julho)

Sistema com Vapor de Sódio

Sistema com Indução Eletromagnética

Túnel Sebastião Camargo

Sistema com Vapor de Sódio

Sistema com Indução Eletromagnética

A foto abaixo ilustra a alteração do sistema durante sua implantação no Túnel Daher Cutait (Nove de Julho), sendo que o lado esquerdo utilizava ainda as lâmpadas de vapor de sódio e do lado direito a utilização de lâmpadas de indução eletromagnática.

Análise dos resultados

Analisando-se as informações quantitativas concluímos que o sistema proposto (Tecnologia de indução eletromagnética) promoveu a:
Redução das luminárias, equivalente a economia de 53,74%;
Redução na potência instalada em 36,7 kW, equivalente a economia de 73%;
Redução no consumo de energia em 2.714,32 MWh/ ano, equivalente a economia de 77,61%;

Sistema antigo						
Túnel	Tipo	Quant.	Pot.+ perdas	Potência total (kW)	Utilização em horas dárias	Consumo anual em MWh/ano
Daher Cutait (9 de Julho)	Sódio 400W	482	482	232,3	24	2035,15824
Sebastião Camargo	Sódio 400W	358	482	172,6	12	755,79528
	Sódio 250W	96	270	25,9	12	113,5296
	Sódio 150W	389	174	67,7	24	592,92936
Total sistema antigo (projetado)		1325		498,5		3497,41248

Sistema implementado						
Túnel	Tipo	Quant.	Pot.+ perdas	Potência total (kW)	Utilização em horas dárias	Consumo anual em MWh/ano
Daher Cutait (9 de Julho)	Indução 300W	180	322	58,0	12	253,8648
	Indução 200W	34	215	7,3	24	64,0356
	Indução 150W	32	163	5,2	12	22,84608
	Indução 120W	165	130	21,5	24	187,902
Sebastião Camargo	Indução 300W	76	322	24,5	12	107,18736
	Indução 200W	15	215	3,2	12	14,1255
	Indução 300W	4	322	1,3	24	11,28288
	Indução 120W	107	130	13,9	24	121,8516
Total sistema novo (implemtado)		613	Total	134,8	Total	783,09582

Economias obtidas			
Túnel	Luminárias	Potência instalada em kW	Consumo em MWh/ano
Daher Cutait (9 de Julho)	71	140,4	1506,51
Sebastião Camargo	641	223,3	1207,81
Total	712	363,7	2714,32
	53,74%	73%	77,61%

Principais dificuldades encontradas durante a implementação do novo sistema

Por se tratar de uma nova tecnologia, durante o processo de contratação, exigimos a comprovação da qualidade técnica dos equipamentos ofertados com a execução de diversos tipos de testes em laboratórios homologados pelo Procel INMETRO (vide referências bibliográficas),
Visando a eliminação constante do furto de cabos de alimentação elétrica, o projeto contemplou a construção de uma nova rede de alimentação elétrica na parte central dos túneis. Esta implementação do sistema ocorreu exclusivamente durante a madrugada devido a necessidade de fechamento dos túneis e desvio do tráfego para os serviços necessários.

A fixação das luminárias foi feita no teto na parte central dos túneis, sendo que durante a execução do Túnel Daher Cutait (Nove de Julho) como o teto apresentava um desalinhamento de cerca de 10 centímetros nos obrigou a desenvolver suportes especiais de forma a acomodar os novos conjuntos de luminárias.

Por exigências de comprovação de qualidade imposta pela Prefeitura de São Paulo, o novo sistema foi implantado de forma totalmente independente do sistema antigo que foi mantido até que fossem realizados todos os testes comprobatórios do atendimento de todos níveis de iluminamento previstos nos projetos aprovados. Só a partir desta aprovação é que o sistema antigo foi retirado.

3. Conclusões

Concluímos que os investimentos aportados neste projeto de inovação tecnológica e melhoria da qualidade do sistema de iluminação dos túneis traduziu-se em elevados ganhos de conforto e segurança à população que utiliza estes túneis, bem como na redução de gastos com manutenção, consumo de energia elétrica, redução da demanda na ponta e valorização dos espaços públicos para a Prefeitura.

4. Referências bibliográficas e/ou bibliografia

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5101. Iluminação pública. Rio de Janeiro, 1992.

[2] NBR 5181. Iluminação de túneis. Rio de Janeiro, 1976.

[3] ABNT PNB-318/76 – Iluminação de túneis

[4] NBR 7288. Cabos de potência com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1KV a 6 KV. Rio de Janeiro, 1994.

[5] NBR 5111. Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos - Especificação. Rio de Janeiro, 1997.

[6] NBR 8133. Rosca para tubos onde a vedação não é feita pela rosca - Designação, dimensões e tolerâncias. Rio de Janeiro, 1983.

[7] NBR 5624. Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento pro-tetor e rosca NBR
8133. Rio de Janeiro, 1993.

[8] NBR 6154. Tubos de aço de seção circular - Ensaio de achatamento. Rio de Janei-ro, 1985.

[9] NBR 6388. Relógios comparadores com leitura de 0,01 mm. Rio de Janeiro, 1983.

[10] NBR 7397. Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área. Rio de Janeiro, 1990.

[11] NBR 7400. Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento . Rio de Janeiro, 1990.

[12] NBR 6150. Eletroduto de PVC rígido. Rio de Janeiro, 1980.

[13] NBR 6245. Fios e cabos elétricos - Determinação do índice de oxigênio. Rio de Janeiro, 1995.

[14] NBR-NM280. Condutores de cobre mole para fios e cabos isolados - Características. Rio de Janeiro, 2002.

[15] NBR-NM-IEC60332-3-10. Métodos de ensaios para cabos elétricos submetidos ao fogo - Parte 3: Ensaio de propagação vertical da chama de cabos em feixes na posição vertical - Equipamento de ensaio. Rio de Janeiro, 2005

[16] NBR-NM-IEC60332-3-21. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-21: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria A F/R. Rio de Janeiro, 2005

[17] NBR-NM-IEC60332-3-22. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-22: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria A. Rio de Janeiro, 2005.

[18] NBR-NM-IEC60332-3-23. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-23: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria B. Rio de Janeiro, 2005

[19] NBR-NM-IEC60332-3-24. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-24: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria C. Rio de Janeiro, 2005

[20] NBR-NM-IEC60332-3-25. Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-25: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria D. Rio de Janeiro, 2005

[21] NBR 7575. Condutor de cobre duro e meio duro para instalação aérea - Dimensões. Rio de Janeiro, 2002.

[22] NBR 5419. Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2005.

[23] NBR 5410. Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

[24] NBR 5413. Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.
[25] NBR 13570. Instalações elétricas em locais de afluência de público - Requisitos específicos. Rio de Janeiro, 1996.
[26] NBR-5461. Iluminação. Rio de Janeiro, 1991