

DIMENSIONAMENTO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO COM LED'S UTILIZANDO SISTEMA FOTOVOLTAICO.

Gustavo Hellstrom Varela*
Igor Lima Tavares*
José Ricardo F. de Araújo*
Pedro Nery Leoni*

Orientador: Osvaldo Livio Soliano Pereira**

Este artigo trata da modelagem, dimensionamento e instalação de um sistema isolado de iluminação noturna com o uso de Diodos Emissores de Luz – LED's em substituição às lâmpadas incandescentes. Para o suprimento do sistema foi utilizado energia solar convertida através de sistemas fotovoltaicos e armazenada em baterias estacionárias. O sistema foi montado na escadaria de emergência do Centro de Pesquisa em Energia e Redes de Computadores – CPERC, da Universidade Salvador – UNIFACS

INTRODUÇÃO:

A importância das energias renováveis no cenário mundial, principalmente as fontes solar e eólica por serem limpas do ponto de vista ambiental, é cada vez maior. Estas fontes, entre outras, estão gradativamente substituindo os recursos não renováveis da natureza, como carvão e petróleo. Por esse motivo, tem-se buscado com maior intensidade o estudo e a disseminação na sociedade do uso da fonte solar fotovoltaica. Energia Solar Fotovoltaica é o nome dado à conversão da radiação solar em energia elétrica, através do efeito fotovoltaico.

Essa tecnologia tem sido impulsionada por diversos programas mundiais. Alemanha, Estados Unidos e Japão, hoje, são os governos que mais investem nessa tecnologia, programas como: Cem mil telhados e das 10 mil casas, colocam essas nações em lugar de destaque no cenário mundial. No Brasil, devido a sua extensão e o seu sub-desenvolvimento, localidades remotas tem sido beneficiadas com a utilização da fonte solar através de projetos sociais, agropastoris, de irrigação e de comunicação.

* Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Salvador – UNIFACS. Pesquisador do Grupo de Meio Ambiente, Universalização, Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis – GMUDE.

** Engenheiro Eletricista, PhD em Política Energética. Universidade Salvador – UNIFACS

As facilidades apresentadas por um sistema fotovoltaico, como: modularidade, baixos custos de manutenção e vida útil longa, faz com que seja peça fundamental no suprimento de eletricidade a sistemas isolados.

Os projetos luminotécnicos também vem evoluindo com o passar do tempo. Projetos visando a eficiência energética dos sistemas de iluminação promoveram a substituição das lâmpadas de vapor de sódio, utilizada nos postes públicos de iluminação, por outras de vapor de mercúrio, muito mais eficientes. Nesta seara, adaptou-se o conceito, já utilizado no Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PROCEL, das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, e criou-se um protótipo de um sistema de iluminação noturno baseado em LED's (Dispositivos Emissores de Luz) em substituição as lâmpadas incandescentes.

Os LED'S são dispositivos optoeletrônicos formados por uma junção PN que, ao ser diretamente polarizada, faz com que os elétrons cruzem a barreira de potencial e se re-combinem com as lacunas. Feito isto, eles emitem energia na forma de luz visível. Esses apresentam inúmeras vantagens em relação às lâmpadas convencionais. Primeiro, eles são fontes frias de luz, o que permite sua utilização em alarmes, sensores, mostradores, são também dispositivos de pequeno porte e com alta emissão de luz, maior resistência a choques mecânicos, maior tempo de vida útil, redução de impactos ambientais, facilidade para sua incorporação em ambientes domésticos e industriais. Além de todas essas vantagens, que já justificariam o seu uso, os LED'S ainda operam em baixa tensão, um grande avanço comparado as lâmpadas convencionais considerando-se o tempo de vida das baterias como um fator limitante.

O presente artigo tem como objetivos: publicar, descrever e analisar a experiência da montagem de um sistema isolado, com base em LED'S e com painel fotovoltaico. Esse sistema foi montado no edifício do CPERC (Centro de Pesquisa em Energia e Rede de Computadores - UNIFACS), cobrindo a parte da iluminação responsável pelas escadarias no período noturno ou em caso da falta energia. A iluminação antiga era feita com lâmpadas incandescentes conectadas a rede de distribuição da concessionária de energia elétrica. Ela foi substituída por um conjunto de diodos emissores de luz LED'S

de alta eficiência, que por fim serão alimentados pela energia gerada pelos painéis Fotovoltaicos.

JUSTIFICATIVA:

Esta experiência piloto permitirá realizar discussões de formas a incluir a energia solar fotovoltaica como uma das opções de geração elétrica no planejamento do setor energético brasileiro, tanto no ambiente urbano quanto rural. Particularmente será dada atenção à discussão da melhor forma de utilização de LED'S de alta eficiência em conjunto com painéis fotovoltaicos.

PROCEDIMENTO DE INSTALAÇÃO:

O sistema foi montado no Centro de Pesquisa em Energia e Redes de Computadores - CPERC, prédio de mestrado em redes de computadores, Indústria da Regulação de Energia da Universidade Salvador – UNIFACS. O edifício possui subsolo, térreo, quatro andares e um ultimo andar onde se localiza a casa de máquinas do elevador, ficando as luminárias distribuídas do 1º ao ultimo andar.

Nos quatro andares, foram colocadas duas luminárias em cada pavimento contendo LED's, dispostas uma ao lado da porta de saída de emergência e a outra luminária logo em seguida. No andar onde fica a casa de máquinas do elevador só foi instalada uma luminária, já que esse local não tem necessidade de mais luminárias, pois poucas pessoas têm acesso a ele.

O primeiro passo foi a modelagem do circuito no software MULTISIM. Feita a simulação, as placas foram preparadas a partir de um molde que possuía a trilha do circuito gerado no MULTISIM. Para se desenhar a trilha usou-se uma caneta especial para este tipo de trabalho, assim como também um ácido específico para a corrosão do cobre da placa.

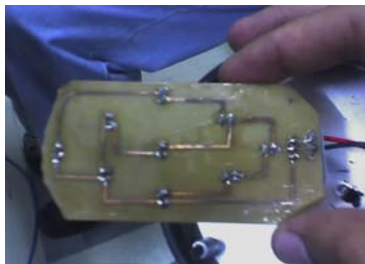


Fig1: Confeção das Placas.

Após a fase de preparação dos circuitos nas placas, o passo seguinte foi separar a quantidade de LED's necessários para serem soldados em cada placa. Os LED's foram soldados em seus respectivos locais, juntamente com um dispositivo de regulação de tensão modelo LM-7810 submete 10V de tensão para os LED's (Fig. 1) e um conector para ligar os fios da fase e do neutro (Fig. 2). Finalizando esse processo de montagem das placas, foi aplicado às mesmas um verniz de proteção contra umidade e corrosão.

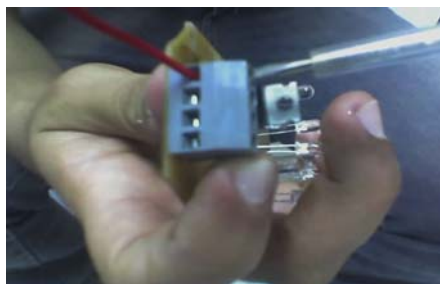


Fig. 2: Montagem dos conectores.



Fig. 3: Spots já existentes.

Os spots das luminárias que foram utilizados para a execução do projeto já estavam instalados na escadaria de emergência (Fig. 3), pois antes já funcionava um sistema de iluminação de lâmpadas incandescentes. Os spots foram retirados do lugar para poder se instalar as placas. Elas foram coladas nos spots com uma cola especial de bastão mostrada na figura 4. Logo após as placas serem coladas (Fig. 5 e Fig. 6), os spots foram recolocados em seus respectivos lugares (Fig. 7).



Fig. 4: Colando as placas nos spots.



Fig. 5: Algumas placas com LED's.



Fig. 6: Spot com a placas de LED's



Fig. 7: Recolocando o Spot da luminária.

Para testar o sistema utilizou-se uma fonte de tensão que foi ajustada para uma tensão de 12V. Todos os LED's acenderam apresentando uma ótima performance.

Por fim, a bateria estacionária foi colocada na casa de máquinas do elevador juntamente com o controlador de carga e o painel foi instalado no terraço numa posição calculada, apontado para o norte verdadeiro com uma inclinação de 20° para maximizar a coleta dos raios solares. Concluído todo o processo de montagem, foram instalados os cabos para o funcionamento do sistema.

O sistema funciona das 17h00min às 22h00min, sendo alimentado pela bateria que é recarregada durante o dia pelo painel solar e monitorada pelo controlador de carga para não haver sobre-correntes. No futuro será instalado um timer para que o sistema funcione automaticamente.

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA:

Com o sistema de iluminação já instalado, procede-se o estudo de análise e dimensionando dos equipamentos a serem utilizados para que ocorra um perfeito funcionamento do sistema. Utilizando uma bateria de 12V para alimentar o sistema de iluminação, e através de um Multímetro, podemos medir os valores da corrente e da tensão do sistema, encontrando os seguintes resultados :

Corrente do sistema: 325mA

Tensão do sistema: 12V

Dimensionamento do Painel Solar:

Estimando em 5h o tempo de funcionamento do sistema, tem-se uma carga total média do sistema de 1,6 Ah. O dimensionamento foi feito utilizando um painel solar, da Showa Solar Energy GL234, que possuímos em nosso laboratório, cuja à tensão e corrente foram medidas através de um multímetro, encontrando os seguintes valores:

Corrente do painel: 1,38 A

Tensão do Painel: 19V

Contendo estas informações, podemos encontrar os resultados do dimensionamento do sistema, como é descrito abaixo:

- **Inversor:**

Não é necessária a sua utilização, pois os Led's funcionam em corrente contínua e com tensão de 12V.

- **Bateria:**

- Consumo Diário: 1,6 Ah

- Consumo Corrigido 1 (Profundidade de descarga da bateria): $1,6\text{Ah} / 0,2 = 8 \text{ Ah}$

- Consumo Corrigido 2 (2 Dias sem Sol): $2 \times 8 = \mathbf{16Ah}$

Para o sistema é necessário uma bateria acima de 16Ah.

- **Módulo Fotovoltaico:**

- Consumo Diário: 1,6Ah Wh
- Menor Média de Sol Pleno (Dados Coletados na estação Solarimétrica do G-Mude) : 3,28 h – 1h (Devido ao sombreamento do local) = 2,28
- Amperagem Necessária: 1,6 Ah / 2,28 h = 0,7 A
- Número de painéis: 0,7 / 1,38 (Corrente medida do Painel) = 0,51 = 1 Painel

Através deste resultado podemos afirmar que o sistema esta bem dimensionado, sendo fundamental utilizar um painel solar que tenha um valor de corrente nominal acima de 0,7A.

- **Cálculo de Queda de tensão:**

Resumindo o sistema, em um circuito abaixo (Fig 8) temos que a queda de tensão é dada por:

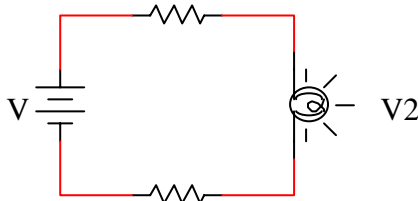


Fig 8: Resumo do sistema

$$\Delta V = \frac{V - V_2}{V}$$

Legenda:

- V** = Tensão
- ΔV** = Queda de Tensão
- R** = Resistência
- I** = Corrente
- ρ** = Resistividade do cabo
- P** = Potência
- L** = Comprimento do Cabo
- A** = Área da seção do cabo

Usando a equação geral da Queda de Tensão tem-se:

$$\Delta V(\%) = \frac{100 * 2 * \rho * L * P}{A * V^2}$$

Escolhemos um cabo de cobre de seção $1,5\text{mm}^2$, onde ρ do cobre a 20°C é de $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$. As resistências abaixo são advinda da distancia de uma placa de Led's para outra. A potência de cada circuito (placa de Led's) e as distâncias estão dispostas a seguir na Fig 9:

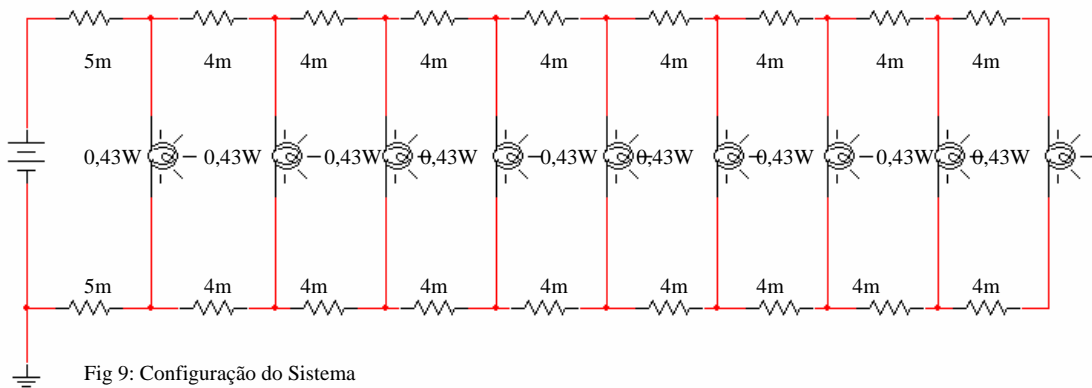


Fig 9: Configuração do Sistema

Aplicando a fórmula de queda de tensão para o trecho mais afastado temos:

$$\Delta V(\%) = 100 * 2 * 1,7 * 10^{-8} * \frac{39 * 10^{+2} * 3,9}{2,5 * 10^{-4} * 12^2}$$

$$\Delta V = 1,44\%$$

Na prática, medimos a tensão que constava nos bornes da bateria de 12,4V e no último spot do sistema de Led's a tensão de entrada foi de 11,9V. Notamos assim, que a queda de tensão foi de aproximadamente:

$$\Delta V(\%) = 100 * \frac{12,4 - 11,9}{12,4}$$

$$\Delta V = 4,03\%$$

Essa diferença deve-se aos fatos do cabo possuir emendas nas interligações de cada spot, de oxidação em alguns trechos dos cabos e dos reguladores de tensões que não foram modelados na simulação. Desta forma constatamos que o cabo escolhido é suficiente para o pleno funcionamento do sistema, já que a tensão de operação dos

Led's de 10V é garantida em todo o sistema, evitando assim que essa queda de tensão afete o fluxo luminoso dos Led's.

RESULTADO E CONCLUSÃO :

Custo para Montagem do Sistema

O custo para implementação do sistema com Led's, é descrito na tabela 1, a qual consta os equipamentos com potencias mais próxima da necessidade do sistema. Supomos que no local a ser instalado já possui um sistema de iluminação conectado a rede elétrica, logo não incluímos preços de cabos, eletrodutos, spots, etc.

Painel Kyocera - 20W	R\$ 524,00
Bateria Rontek 12 V - 18Ah	R\$ 150,00
Controlador de Carga Unitrom - 10A	R\$ 190,00
Led's e Materiais	R\$ 220,00
Total	R\$ 1.084,00

Tabela 1: Elaboração própria a partir de dados pesquisados

CUSTOS COMPARATIVOS:

Fazendo uma breve análise financeira comparativa sobre um sistema solar funcionando com lâmpada Incandescente de 5W e outra utilizando Led's de alta eficiência, presente neste artigo, observamos uma diferença significativa no custo de implementação.

A comparação dos preços foi estimado para um intervalo de 9 anos, sendo este período a media de vida útil de um Led, enquanto que para uma lâmpada incandescente é apenas de 1 ano.

Para a utilização das Lâmpadas incandescente sugerimos um custo unitário de R\$3,00 tendo um custo total para as 9 lâmpadas de R\$27,00. Como estas tem uma vida útil de 1 ano, precisão ser trocadas a cada ano, por este motivo surge dois novos custos, o da troca das lâmpadas, acarretando em um custo anual de R\$27,00 e um outro custo de serviço de manutenção, estimado em R\$15,00 a cada troca das lâmpadas. Como o

tempo de utilização é de 9 anos, tempo estimado para efeito de comparação, teremos 8 trocas das lâmpadas incandescentes, tendo um custo total para as trocas de R\$336,00. Ao final temos um custo total para o sistema com lâmpadas incandescente de R\$363,00.

Para a utilização dos Led's, o único gasto no período de 9 anos seria da compra dos mesmos, sendo de R\$198,00.

Podemos afirmar que o sistema utilizando a iluminação com LED's é mais viável financeiramente. Na Tabela 2, esta presente todos os cálculos descritos acima:

Lâmpadas Incandescentes 5W	Serviços	Tempo(Anos)	Quantidade de Lâmpadas	Preço Lâmpada(R\$) X Tempo	Custo no período(R\$)
	Troca da Lâmpada	8	9	24	216
	Serviço de Manutenção (Troca das Lâmpadas)	8	9	13,33	120
	Compra das Lâmpadas	1	9	3	27
				Total (R\$)	363,00
Led's	Serviços	Tempo(Anos)	Quantidade de Placas	Preço Por Placa (R\$)	Custo
	Compra de Led's e Materiais	9	9	22	198
				Total (R\$)	198,00

Tabela 2: Elaboração própria a partir de dados pesquisados

O presente artigo mostra a importância em utilizar Led's na iluminação de escadas, sendo alimentados por um sistema de energia solar, possibilitando uma geração limpa e uma iluminação eficiente, tendo um custo benefício satisfatório.

REFERÊNCIA:

Brasilhobby. Disponível na internet: www.brasilhobby.com.br .Acesso em: 15 Agosto 2006.

Energia – Alternativa. Disponível na internet: www.energia-alternativa.com.br .Acesso em: 20 Agosto 2006.

Kyocera Painéis Solares. Disponível na internet: www.kyocera.com .Acesso em: 10 Agosto 2006.

CRESESB,[1999] *Manual de Engenharia para sistemas fotovoltaicos*, Centro de referência para energia solar e eólica Sergio de Salvo Brito – Rio de Janeiro.

Rüther, Ricardo [2004] *Edifícios Solares Fotovoltaicos: o potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e rede elétrica pública do Brasil*, LABSOLAR, Florianópolis.

CRESESB [2003] *Eletrificação rural descentralizada, uma oportunidade para a humanidade, Técnicas para o planeta*, Centro de Referência para energia solar e eólica Sergio de Salvo Brito – Rio de Janeiro.

OROSCO. David R. Z. *Avaliação econômica da geração de energia elétrica fotovoltaica conectada à rede em mercados elétricos Desregulados*. Dissertação de Mestrado, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, 2000.

OSRAM, *Catálogo de Lâmpadas*, Disponível em: <http://br.osram.info/produtos/profissional/leds/>.

LUSTROSA, Lourenço F. S., *Iluminação Pública no Brasil: Aspectos Energéticos e institucionais*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em : <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/llfroes.pdf#search=%22%22procel%22%20LED%20ilumina%C3%A7%C3%A3o%20governo%20federal%22> .