



APROVEITAMENTO DA ENERGIA SOLAR NA ILUMINAÇÃO PÚBLICA DE FLORIANÓPOLIS

Renan Luís S. de Souza¹, Filipe Rogério C. da Silva², Nicksoni Fabra da Silva³

Resumo: As fontes renováveis de energia vêm se tornando cada vez mais interessantes do ponto de vista ambiental e econômico. Dentre as energias renováveis atuais, a energia solar fotovoltaica serviu para a elaboração de um estudo a respeito da viabilidade econômica da instalação de placas solares nos postes atuais de iluminação pública. A idéia foi pesquisar o valor da montagem de um sistema que consista em um módulo fotovoltaico, uma bateria, um controlador de carga e um inversor de tensão de forma que a energia gerada pela placa durante o dia fique acumulada na bateria para, durante a noite, ser utilizada para acender as lâmpadas. Para isto foram pesquisados os valores dos diversos equipamentos necessários para instalação do sistema em pelo menos duas empresas que trabalham com este tipo de tecnologia. Com os valores em mão, fez-se um cálculo para avaliar o quanto um poste convencional custa durante vinte anos e o quanto o sistema fotovoltaico custaria neste mesmo período de tempo. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o sistema é inviável do ponto de vista econômico e ambiental.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica. Iluminação pública. Viabilidade econômica.

Abstract: Renewable sources of energy are becoming increasingly interesting from the standpoint of environmental and economic. Among renewable energy today, we elaborated a study about the solar photovoltaic energy in order to assess the economic feasibility of installing solar panels on poles current lighting. The idea is to find the value of building a system consisting of a photovoltaic module, a battery, a charge controller and one voltage inverter so that the energy generated by the plate during the day would be accumulated in the battery and during the night be used to light the lamps. For this we examined the values of the various equipment needed to install the system in at least two companies that work with this type of technology. With the values at hand became a calculation to assess how much a post conventional costs for twenty years and how the photovoltaic system would cost in the same period of time. According to the results obtained showed that the system is unfeasible economically.

Keywords: Photovoltaic solar. Lighting public. Economic viability.

¹ Acadêmico do CSTSEN do DAELT e do Curso Técnico Subsequente de Eletrônica da DAELN do IF-SC <renan_lss@hotmail.com>.

² Acadêmico do CSTSEN do DAELT do IF-SC e do Curso de Bacharelado em Física do CFM da UFSC <positivapatia@hotmail.com>.

³ Acadêmico do CSTSEN do DAELT do IF-SC <nick_floripasouth@hotmail.com>.

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa elaborada teve o intuito de avaliar se um poste solar fotovoltaico de iluminação seria um sistema economicamente viável. A idéia foi pegar um poste convencional já instalado e colocar nele uma série de equipamentos de forma que funcionasse com energia solar.

Um dos principais motivos que alicerçaram este estudo foi a possibilidade de diminuir a incidência de apagões na rede elétrica tendo em vista que os postes de iluminação pública, na maior

parte das vezes, acendem suas lâmpadas em um horário muito próximo ao início do pico de consumo, momento em que mais se utiliza energia elétrica na maioria das cidades. Para muitas concessionárias de energia elétrica, é complicado abastecer as residências durante este período, ainda mais suprir o consumo das lâmpadas de iluminação pública. Com um sistema de placas fotovoltaicas, os postes não consumiriam energia elétrica da rede, pelo menos neste momento (pico do consumo), de forma que poderiam se evitar apagões.

Outra vantagem do sistema é que, caso uma região que tenha os postes solares sofra um apagão, as ruas não ficariam as escuras, pois estes, enquanto a bateria suportar a carga da lâmpada, funcionariam independentes da energia elétrica fornecida pelas distribuidoras.

As vantagens ambientais oferecidas por este sistema também podem ser levadas em conta tendo em vista que o impacto ambiental causado pela montagem de placas fotovoltaicas tende a ser menor do que o causado pela utilização de combustíveis fósseis ou pela construção de uma grande barragem para uma usina hidrelétrica.

O fato que vem impedindo a produção de placas fotovoltaicas em larga escala é o alto valor de aquisição destas pela energia que produzem.

1.1. Objetivos

O principal objetivo da pesquisa foi avaliar qual seria a viabilidade econômica da montagem do sistema de um poste fotovoltaico a partir de um poste já existente, aferindo-se, diante dos dados obtidos, o lucro ou prejuízo que ocorreria em vinte anos sob a ação desta troca.

2. SISTEMA FOTOVOLTAICO

O sistema fotovoltaico a ser estudado trabalha, basicamente, com quatro equipamentos: placa fotovoltaica, bateria, controlador de carga e inversor de tensão.

2.1. Placa fotovoltaica

Placa fotovoltaica, ou módulo fotovoltaico, é o nome dado a um sistema formado por células fotovoltaicas, que geram energia elétrica, e de diversos materiais que servirão, principalmente, para proteção, de forma que a placa tenha uma durabilidade elevada.

As células funcionam com base em um fenômeno chamado de efeito fotoelétrico, que ocorre, de forma significativa, em materiais condutores de corrente elétrica. Ele acontece quando a se deixa uma luz visível, de frequência razoavelmente grande (como azul, anil ou violeta), incidir sobre um metal condutor. Sob a radiação da luz, o metal começa a liberar os elétrons de sua camada de valência. As células mais conhecidas do mercado atual são feitas de uma combinação de dois materiais semicondutores de forma que, de acordo com uma propriedade deste tipo de material, eles consigam utilizar estes elétrons para gerar uma corrente elétrica. Com uma corrente elétrica, é possível 'capturar' energia elétrica.

Atualmente, existem diversas tecnologias de placas fotovoltaicas, sendo que as três mais disponíveis no mercado são as de silício

monocristalino, silício policristalino e silício amorfo.

2.1.1. Silício monocristalino

O silício, sob condições normais, pode fazer quatro ligações eletrônicas, de acordo com a quantidade de elétrons em sua camada de valência. O modo como são feitas estas ligações formarão diversos tipos de silício. No caso do silício monocristalino, a ligação é aquela que aparenta maior ordenação dos átomos (Figura 1). Placas com esse tipo de silício têm rendimentos superiores a 12%, sendo que o rendimento define a quantidade de energia gerada por energia incidida sobre o painel (no caso do silício monocristalino, para cada 100 J de energia luminosa sobre a placa, mais de 12 J são convertidos em energia elétrica). Nota-se, neste silício, os átomos altamente ordenados.

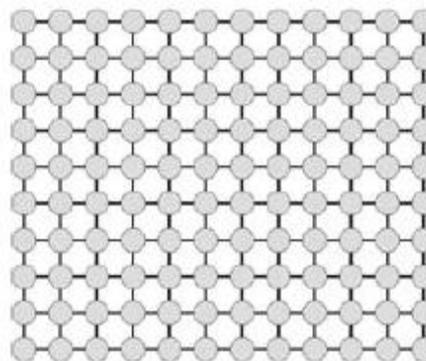


FIGURA 1 – Silício monocristalino.

Fonte: PEREIRA, 2008.

2.1.2. Silício policristalino

O silício policristalino é aquele em que as ligações não são nem tão ordenadas quanto as do monocristalino, e nem tão desordenadas quanto as do silício amorfo, conforme demonstrado na Figura 2. Um aspecto vantajoso deste tipo de silício é que a sua fabricação é mais simples do que a do monocristalino, porém seu rendimento é levemente inferior ao daquele.

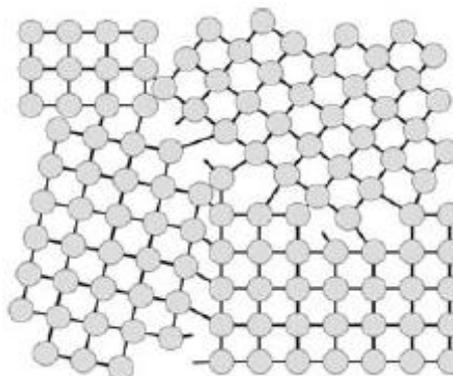


FIGURA 2 – Silício policristalino.

Fonte: PEREIRA, 2008.

Neste tipo de silício ainda existe uma ordenação, porém não é tão grande quanto à do silício monocristalino.

2.1.3. Silício amorfo

O silício amorfo, também chamado de filmes finos, é o silício que aparenta maior desordem (Figura 3) dentre os três tipos. Dentre eles, é o da tecnologia que, atualmente, menos converte a incidência da luz do sol em energia (rendimento de 7%), porém tem a vantagem de ser a que menos utiliza silício (a espessura de uma placa destas pode ser de aproximadamente 1 μm) e de ser bastante flexível.

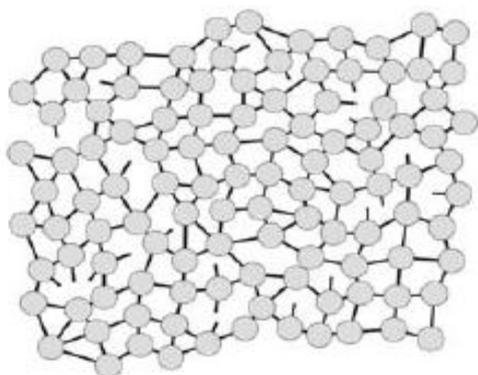


FIGURA 3 – Silício amorfo.

Fonte: PEREIRA, 2008.

Note-se que a ordenação do silício amorfo tende a ser menor do que a do silício mono e policristalino.

Uma boa parte das placas formadas com base em silício tem uma vida útil próxima de vinte anos, sendo que nesta pesquisa, a placa analisada foi uma que funciona com base na tecnologia de silício monocristalino. Na Figura 4, é apresentada uma célula deste tipo de silício.



FIGURA 4 – Célula monocristalina.

Fonte: DIRECTINDUSTRY, s.d.

Este tipo de célula normalmente é bastante escura e unicolor já que é formada praticamente por

um só cristal de silício (monocristalino – um único cristal).

2.2. Bateria

A bateria é um componente eletrônico que consegue, através de um conjunto de reações, transformar energia química em elétrica e vice-versa. Uma bateria convencional pode facilmente ser descarregada ou carregada diante de um conjunto de fios.

No sistema fotovoltaico, a bateria transforma a energia elétrica gerada durante o dia pela placa fotovoltaica em energia química. Então, à noite, a energia química é convertida em energia elétrica para ser cedida à lâmpada do poste.

Uma bateria possui durabilidade próxima de quatro anos (SOLARTERRA, s.d).

2.3. Controlador de carga

Quando um equipamento é ligado à bateria, a quantidade de energia elétrica armazenada nela vai diminuindo à medida que o tempo passa. Para evitar que a bateria se descarregue por completo nos períodos longos sem insolação e de grande consumo, ou seja, tenha uma descarga profunda, é conveniente instalar um controlador de carga. Este acessório monitora a carga da bateria e impede que a mesma se descarregue completamente, e, desta forma, aumentando a sua vida útil.

2.4. Inversor de tensão

O inversor de tensão é um aparelho eletrônico que serve para alterar a tensão e a frequência de uma determinada corrente.

No sistema fotovoltaico, o intuito do inversor é transformar a energia, gerada através das placas e armazenadas nas baterias, de Corrente Contínua (CC) 12 V em Corrente Alternada (CA) 220 V, utilizada para alimentar a lâmpada do poste. A corrente CA é a encontrada nas tomadas das residências da grande maioria das cidades do Brasil; ao passo que a corrente CC é a que alimenta computadores (após sua fonte interna), carros, equipamentos portáteis, entre outros.

3. METODOLOGIA E ANÁLISE DOS DADOS

A pesquisa foi dividida, basicamente, em três etapas.

Na primeira procurou-se avaliar quais equipamentos seriam necessários para a reformulação de um poste convencional de forma que se tornasse um solar. Observou-se que sistemas fotovoltaicos convencionais utilizam, basicamente, uma placa fotovoltaica, um controlador de carga, uma bateria e um inversor. Uma vez que foi sobre

estes itens que a pesquisa foi realizada, fez-se um breve estudo a respeito de cada um deles.

Na segunda etapa, fez-se a coleta de preços dos equipamentos. Ela foi realizada no dia 2 de junho de 2009 e envolveu as empresas “UNITRON”, “Comercial Rendimax” e “Solarterra”.

A partir desses preços, realizou-se uma seleção dos mais baratos: a placa fotovoltaica da Solarterra, no valor de R\$ 2.000,00; o controlador de carga da Unitron, por R\$ 109,00; a bateria, por R\$ 20,00, e o inversor de tensão, por R\$ 181,00, da empresa Comercial Rendimax.

Na terceira etapa fizeram-se os cálculos para se avaliar a viabilidade econômica da implantação. Abaixo seguem os cálculos realizados durante a pesquisa.

3.1. Cálculos realizados

Os cálculos foram feitos considerando-se um período de vinte anos (tempo de vida útil de uma placa de silício monocristalino) de utilização do sistema, ou seja, analisou-se a economia ou o prejuízo que se teria durante vinte anos de placas instaladas. O cálculo final a ser realizado está apresentado na Equação 1.

$$D = C_L - C_P \quad [1]$$

Onde:

“D” é a economia ou prejuízo, medido em reais, que a instalação do sistema traria durante um período de vinte anos. Se “D” for um valor positivo, o sistema é economicamente viável, se for negativo, do ponto de vista monetário, é inviável;

“C_L” é o custo que se tem, em reais, com o sistema atual de lâmpadas durante vinte anos;

“C_P” é o custo que se teria, em reais, com o sistema de placas fotovoltaicas durante um período de vinte anos.

Os cálculos que contém os valores de C_L e C_P serão definidos na sequência.

3.2. Custo do sistema atual de lâmpadas (C_L)

Para realizar o cálculo, considerou-se que as lâmpadas seriam incandescentes e teriam uma potência de 100 W, ou seja, 100 J/s. Os preços da energia da Celesc (Centrais Elétricas de Santa Catarina) são variáveis de acordo com o consumo de energia (existem dois preços diferentes). Para se realizar este cálculo, considerou-se que a Celesc cobra 0,326 por kWh, ou seja, a menor das duas diferentes tarifas (SANTOS, URBANETZ JUNIOR e RUTHER, 2008). Destaca-se que para este cálculo também não se utilizou o valor do serviço de manutenção do poste.

O cálculo realizado para avaliar o custo das lâmpadas (C_L) durante vinte anos foi o seguinte:

$$C_L = P_R \cdot E \cdot k \quad [2]$$

Onde:

“P_R” é o preço da energia, em reais por kWh, fornecida pela Celesc.

“E” é a quantidade de energia, em Joules, consumida por uma lâmpada de 100 W, acesa somente a noite, durante vinte anos.

“k” é uma constante utilizada para converter J em kWh. Já que E será calculada em joules e P_R em reais por kWh, utilizou-se uma constante para converter joules em kWh, tal que:

$$k = \frac{1}{3.600.000}$$

O valor C_L serviu para avaliar o quanto se gasta com energia elétrica com a lâmpada atual durante vinte anos. Neste cálculo, também não foram inseridos o valor da lâmpada e seu custo durante este período de tempo, pois se imaginou que sua durabilidade seria a mesma que a no sistema de placas fotovoltaicas.

Considerando que a lâmpada funciona, durante um ano, em média 12 horas por dia, tem-se que o valor de E, em 20 anos, é o seguinte:

$$E = P_T \cdot 60 \cdot 60 \cdot 12 \cdot 365 \cdot 20$$

Onde:

“P_T” é a potência da lâmpada, em J/s.

Os outros valores serviram para avaliar o tempo de funcionamento da lâmpada até que se chega à unidade de energia do SI, o joule.

Portanto:

$$E = 100 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 12 \cdot 365 \cdot 20$$

$$E = 31.536.000.000$$

Logo:

$$C_L = \frac{0,326 \cdot 31.536.000.000}{3600000}$$

$$C_L = 2855,76 \quad [3]$$

Segundo o cálculo indicado acima, o custo total da lâmpada em um período de vinte anos é de dois mil oitocentos e cinquenta e cinco reais e setenta e seis centavos.

3.3. Custo do das placas fotovoltaicas (C_P)

Para se avaliar o custo das placas fotovoltaicas, desconsideraram-se os valores do serviço de sua manutenção e instalação. Foram desconsiderados também valores de fios de ligação.

O cálculo realizado para se avaliar o custo do sistema de placas fotovoltaicas (C_p) durante vinte anos foi o seguinte:

$$C_p = 20 \cdot \left(\frac{P_M}{d_M} + \frac{P_C}{d_C} + \frac{P_B}{d_B} + \frac{P_I}{d_I} \right) \quad [4]$$

Onde:

“ P_M ” é o preço, em reais, do módulo fotovoltaico estudado;

“ P_C ” é o preço, em reais, do controlador de carga estudado;

“ P_B ” é o preço, em reais, da bateria estudada;

“ P_I ” é o preço, em reais, do inversor.

“ d_M ”, “ d_C ”, “ d_B ” e “ d_I ” são a durabilidade em anos, respectivamente, do módulo fotovoltaico (20 anos), do controlador de carga, da bateria (4 anos) e do inversor.

Não se obtiveram precisamente dados sobre a durabilidade de um controlador de carga, porém as fornecedoras “Solarterra” e “Comercial Rendimax” dão dois anos de garantia para este equipamento; então, considerou-se este valor.

Também não foram obtidos dados acerca da durabilidade de um inversor de frequência, porém o “Comercial Rendimax” cede um ano de garantia para este equipamento, então se considerou este valor.

Logo:

$$C_p = 20 \cdot \left(\frac{2.000}{20} + \frac{109}{2} + \frac{520}{4} + \frac{181}{1} \right)$$

$$C_p = 2.000 + 1.090 + 2.600 + 3.260$$

$$C_p = 9.310$$

Portanto, conforme o cálculo acima, o custo do sistema de placas fotovoltaicas é de nove mil, trezentos e dez reais.

3.4. Cálculo final

Então, com os valores de C_L e C_p , é possível calcular o lucro ou prejuízo econômico D , gerado em vinte anos de o uso do sistema de placas fotovoltaicas na iluminação pública:

$$D = C_L - C_p$$

$$D = 2.855,76 - 9.310,00$$

$$D = -6.454,24$$

Logo, caso fossem implantadas as placas de acordo com as especificações colocadas nesta pesquisa, obter-se-ia um prejuízo econômico de seis

mil quatrocentos e cinquenta e quatro reais e vinte e quatro centavos.

É interessante ressaltar que os dados avaliados foram de empresas que normalmente revendem o produto, ou seja, no caso de haver uma grande compra deste sistema, é provável que o preço fique mais acessível do que o encontrado. Outro item a ser ressaltado é que, sem a informação precisa da durabilidade dos controladores de carga e inversores, o preço do sistema também aumentou.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a instalação de um sistema fotovoltaico em um poste convencional de energia elétrica é uma opção atualmente inviável.

Sabe-se que do ponto de vista ecológico, esta geração de energia é totalmente aceitável, pois, ao contrário das usinas termoeletricas, que emitem na atmosfera uma grande quantidade de gás carbônico (CO_2), ou das usinas hidroelétricas, cuja instalação exige um abalo abundante na fauna e na flora da região, o sistema fotovoltaico auxilia no combate ao aquecimento global. Além disso, o Sol é uma fonte de energia limpa e inesgotável.

Apesar de ter todas estas vantagens, este sistema tem o inconveniente do alto investimento financeiro, seja ele por parte do governo seja por alguma empresa privada.

Porém, esta pesquisa teve como objetivo final, após a realização dos cálculos e da descoberta da total inviabilidade do sistema, incentivar outros pesquisadores a analisar diversos sistemas que auxiliem a redução do consumo de energia no horário de ponta, evitando-se apagões sem que haja a necessidade de se diminuir o consumo da população que cresce a cada dia, lembrando-se ainda da importância de se preservar o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

DIRECTINDUSTRY. *Monocrystalline photovoltaic solar cell*. Disponível em:

<http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/monocrystalline-photovoltaic-solar-cell-358443.jpg>. Acesso em: 23 jun. 2009.

PEREIRA, Luís Miguel Nunes. **Produção e caracterização de silício policristalino e sua aplicação a TFTs**. 2008. 254 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova Lisboa, Lisboa, 2008. Disponível em: <<http://dspace.fct.unl.pt/handle/10362/1942>>. Acesso em: 08 maio 2009.

SANTOS, I. P. ; URBANETZ JUNIOR, J. ; RUTHER, R. **Energia Solar Fotovoltaica como**

Fonte Complementar de Energia Elétrica para Residências na Busca da Sustentabilidade. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2008, Fortaleza. XII ENTAC 2008, 2008.

SOLARTERRA. Energia Solar Fotovoltaica: Guia Prático. Disponível em: <<http://www.solarterra.com.br/pdf/curso-energia-solar-fotovoltaica.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2009.