



Energia Solar Aplicada na Automação de Semáforos

Tâmara Raísa Batista Soares¹, José Alves do Nascimento Neto²

¹Graduanda do C.S.T. em Automação Industrial- IFPB - Campus Cajazeiras, e-mail: tamara_raysa@hotmail.com

²Professor do IFPB - Campus Cajazeiras e-mail: josealvesnneto@gmail.com

Resumo: Os semáforos são dispositivos que auxiliam os motoristas promovendo a fluidez dos veículos no trânsito, neste sentido, uma regulação equivocada dos tempos de abertura e fechamento ou mesmo o não funcionamento dos semáforos, pode causar desde congestionamento até acidentes fatais. Por outro lado, o consumo de energia elétrica dos semáforos promovem um custo adicional aos cofres públicos. Isto motiva a procura de soluções alternativas para garantir o bom funcionamento deste dispositivo também minimizando custos de funcionamento dos semáforos. Neste sentido temos a iluminação feita pela substituição de lâmpadas incandescentes por led's de alto brilho, que representam uma maior eficiência energética. Com isso espera-se uma diminuição do consumo mensal de energia elétrica e das elevadas despesas com manutenção dos sistemas de semáforos convencionais atualmente utilizados. Este trabalho se dedica a apresentar uma solução alternativa para a utilização dos semáforos de maneira eficiente do ponto de vista dos custos do consumo de energia apontando como alternativa a utilização de energia oriunda dos raios solares com a utilização de placas solares, que são dispositivos utilizados para converter a energia da luz do Sol em energia elétrica, essas placas serão acopladas nos semáforos dispensando o uso de energia elétrica da rede convencional, evitando assim os problemas causados pelo eventual corte no fornecimento de energia da rede convencional.

Palavras-chave: eficiência energética, energia alternativa, independência de semáforos, placas fotovoltaicas

1.INTRODUÇÃO

Uma das características da nossa sociedade é o aumento da demanda por energia, o que se apresenta como uma condição necessária para a existência de nossa sociedade como a conhecemos. Por milhares de anos a humanidade sobreviveu com base no trabalho braçal e também fazendo uso da força de animais. Pode-se afirmar que as primeiras fontes de energia como rodas hidráulicas e moinhos de vento, significaram um importante incremento quantitativo de energia utilizada para realização de trabalho. O crescimento desse consumo se intensificou com a Revolução Industrial do século XVIII [2]. Atualmente faz-se uso também de outras fontes de energia como a elétrica, a energia oriunda de combustível fóssil, energia solar, etc.

Apesar do uso de novas fontes de energia o custo da mesma vem aumentando ao longo do tempo, no Brasil a tarifa de energia elétrica é regulada pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). Os preços da energia elétrica no Brasil são muito elevados quando comparados com as demais tarifas do resto do mundo, vale salientar que, 90% de toda a energia produzida vêm de usinas hidrelétricas, uma das fontes mais baratas de energia, o restante é a combinação da energia produzida nas usinas nucleares e obtidas através das fontes de energias renováveis (Termoelétricas e energia Eólica) [5]. As companhias energéticas utilizam o kWh para a medição do consumo de energia elétrica de um determinado estabelecimento. Para calcular a conta de energia elétrica, a companhia energética, multiplica o custo unitário do kWh pela quantidade de energia consumidora durante o mês.

Por outro lado, a utilização da energia oriunda dos raios solares vem ganhando espaço a cada ano, devido as suas inúmeras vantagens. Tendo em vista o custo associado à utilização da energia elétrica convencional para alimentar os semáforos e, associado a isso o fato de existirem paradas ocasionais no fornecimento da energia elétrica por parte das concessionárias, o que potencializa a possibilidade de acidentes, torna-se importante um trabalho que venha a apresentar alternativas para a solução destes problemas. Neste sentido a utilização de energia solar apresenta-se uma alternativa que



merece ser investigada, uma vez que o Brasil é um país que conta com um alto índice de incidência solar ao longo de todo o ano.

Podemos observar que o trânsito é uma necessidade urbana vital para as cidades. Neste sentido é estabelecido um conflito entre pessoas e veículos, no espaço público o que eventualmente acarreta na ocorrência de acidentes graves ou até mesmo fatais, trazendo um alto custo financeiro aos cofres públicos.

O controle do fluxo de tráfego tem como principais objetivos: prover um movimento ordenado do tráfego, aumentar a capacidade na intersecção (cruzamento de duas ou mais vias), reduzir a frequência de acidentes, interromper o tráfego principal a fim de permitir o fluxo do tráfego secundário, e eventualmente, sincronizar os semáforos a fim de permitir um movimento contínuo de tráfego [5], para tanto faremos uso de placas fotovoltaicas, as quais são compostas por células fotoelétricas que consiste de um dispositivo elétrico de estado sólido capaz de converter a luz solar diretamente em energia elétrica. Os conjuntos de células usadas para fazer a captura de energia da luz solar são conhecidos como painéis ou placas solares.

A próxima seção aborda as características das placas solares, tecnologias e os seus principais fabricantes, seguido da metodologia referente a solução proposta para a independência energética dos semáforos. Na última seção são tecidas algumas conclusões e considerações sobre o trabalho.

2. PLACAS FOTOVOLTAICAS E A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

O efeito fotovoltaico foi descoberto pela primeira vez em 1839 por Alexandre Edmond Becquerel, entretanto, só em 1883 foram construídas as primeiras células fotoelétricas, por Charles Fritts. A intensidade da radiação solar (radiância) na superfície terrestre chega até 1.000 watts por metro quadrado, o que representa um enorme potencial energético [6].

Uma célula fotoelétrica ou célula fotovoltaica é um dispositivo elétrico de estado sólido capaz de converter a luz solar diretamente em energia elétrica. Os conjuntos de células usadas para fazer a captura de energia da luz solar são conhecidos como painéis ou placas solares.

As mais utilizadas placas solares, apresentam eficiência de conversão da ordem de 16%, existem outras com eficiências de até 28%, o que diferencia em seus custos, tamanhos e fabricação. Por não gerar nenhum tipo de resíduo, a célula fotovoltaica solar é considerada uma forma de produção de energia limpa, sendo alvo de estudos em diversos institutos de pesquisa e também já vem sendo utilizada ao redor do mundo por indústrias, casas e diversos outros ambientes. Em [4] encontram-se algumas das principais tecnologias de fabricação de células fotoelétricas utilizadas atualmente, a saber:

- **Silício cristalino (c-Si)**

É a tecnologia mais empregada no mercado atualmente, com uma participação de 95% do mercado de células fotoelétricas. Atualmente apresenta um rendimento de 15 a 21% em suas células; painéis solares feitos de células de silício cristalino tem rendimento de 13 a 17%.

- **Silício amorfo (a-Si)**

Participação de cerca de 3,7% do mercado de células fotoelétricas, tem rendimento de cerca de 7%.

- **CIGS**

Nome comercial para células de filme fino fabricadas com Cu(In,Ga)Se_2 . Participação de 0,2% do mercado de células fotoelétricas e rendimento de 13%.

- **Arsenieto de gálio (GaAs)**

Atualmente é a tecnologia mais eficiente empregada em células solares, com rendimento de 28%. Porém, seu custo de fabricação é extremamente alto, tornando-se dificuldade para produção comercial, sendo usado apenas em painéis solares de satélites artificiais.

- **Telureto de cádmio (CdTe)**

Participação de 1,1% do mercado de células fotoelétricas, é uma tecnologia que emprega filmes finos de telureto de cádmio.

Independentemente do tipo de sistema fotovoltaico que esteja sendo considerado, o elemento fundamental é a célula fotovoltaica. As células individuais são montadas em módulos: módulos são montados em arranjos, os quais são integrados em sistemas com uma ampla gama de componentes [3], a figura 1 ilustra isto esquematicamente. O elemento básico é a célula solar individual e os módulos são construídos colocando-se as células fotovoltaicas em arranjos em série e paralelo. As configurações das células solares em série e em paralelo seguem as mesmas regras dos circuitos DC em série e em paralelo. Para componentes idênticos colocados em um arranjo em série, as tensões acrescentam uma corrente constante, e para componentes idênticos colocados em paralelo, as correntes acrescentam uma tensão constante.

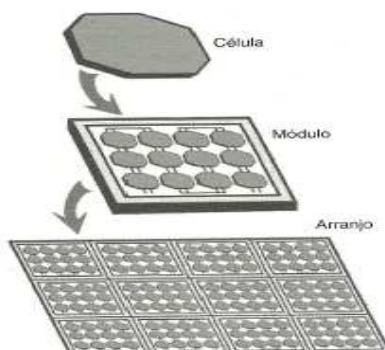


Figura 1: células, módulos e arranjos (NASA) [3].

De acordo a incidência solar de cada região podemos fazer as medições necessárias e verificar qual a disponibilidade de energia no local, pois quanto maior a irradiação solar, maior a potência de saída de uma célula fotovoltaica, como ilustrado na figura 2, onde na medida em que a irradiação aumenta, a tensão de circuito aberto aumenta ligeiramente, mas a corrente de carga é quase diretamente proporcional à irradiação solar. Assim, potência máxima para a carga também é quase diretamente proporcional á irradiação solar incidente da célula.[3]

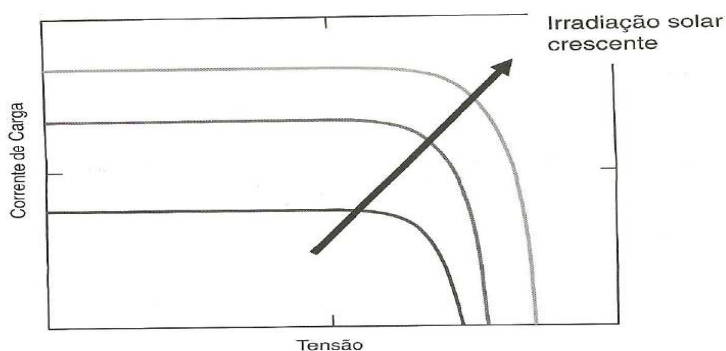


Figura 2: Efeito da irradiação solar no desempenho da célula solar [3].

Com o aumento constante do trânsito, aumentam-se também os seus conflitos, principalmente nas grandes e médias cidades. À medida que os conflitos aumentam, surge a necessidade de se implantar mecanismos para regular o trânsito, principalmente com vistas na segurança e conforto dos usuários. Pensando em um sistema mais eficiente vemos as diversas vantagens em se usar painéis solares:

- A energia solar não polui durante sua produção. A poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos painéis solares é totalmente controlável utilizando as formas de controles existentes atualmente;
- As centrais necessitam de manutenção mínima;



- Os painéis solares são a cada dia mais eficientes ao mesmo tempo que seu custo vem decaindo. Isso torna cada vez mais a energia solar uma solução economicamente viável;
- A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga a enormes investimentos em linhas de transmissão;
- Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética, sua utilização ajuda a diminuir a demanda energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.
- Outro ponto importante a destacar é que a principal matéria prima para a fabricação de células solares é o silício. Ao mesmo tempo, o país é um dos maiores produtores mundiais de silício grau metalúrgico (99% de pureza). Este fato associado aos elevados índices de radiação solar existentes em todo território nacional, faz com que os módulos fotovoltaicos tenham um papel fundamental para a construção de uma sociedade sustentável [3].

Como principais desvantagens pode-se citar:

- A produção de energia solar está limitada a alguns horários do dia (já que durante a noite não existe, por exemplo), sendo necessário para algumas aplicações, métodos de armazenamento da energia produzida.
- Há diferenças entre o potencial de produção em função do posicionamento geográfico do lugar onde as placas estão instaladas, como é o caso de locais com elevada altitude ou mesmo com uma grande presença de nuvens.
- O armazenamento da energia produzida através da energia solar é mais complicado em comparação a outros tipos de combustíveis fósseis.
- Os preços são mais elevados em relação aos outros meios de energia [3].

Podemos citar alguns dos principais fabricantes de placas solares do mundo [3]: A empresa japonesa **kyocera**, com filiais em vários países e sede principal na Espanha é uma das maiores fabricantes e provedores de sistemas solares fotovoltaicos verticalmente integrados do mundo. Trabalham com sistemas integrados a rede e sistemas isolados; A empresa **Eastech Solar**, localizada nos Estados Unidos da América, também com algumas filiais, dispõe de uma ampla gama de painéis solares fotovoltaicos com potência entre 5W e 320W; **NewSolar Energy Co., LTD** é um dos fabricantes, dos fornecedores e dos exportadores famosos de Sistema Fotovoltaico, com sua fábrica localizada em Taiwan.

Vale a pena destacar que a empresa JDJit, localizada no Rio Grande do Sul, que trabalha com diversos itens de placas solares ligadas a semáforos e a led's, instalou o primeiro semáforo com placa solar em uma avenida da cidade de Maceió/Al. Este sistema conta com um conjunto de baterias, para armazenamento da energia solar, e uma placa solar ligada a uma base acima do semáforo.

Tabela 1- Quadro comparativo de custos dos semáforos com lâmpadas incandescente e com led's e da energia elétrica convencional e com placas fotovoltaicas

	Energia Elétrica convencional (custo do kWh 0,37 R\$)	Energia com placas fotovoltaicas (custo do kWh 0,44 R\$)
	Custo diário	Custo diário
Semáforo com lâmpada incandescente (100W)	R\$ 0,88	R\$ 0,96
Semáforo com led (10W)	R\$ 0,088	R\$ 0,096

Como podemos observar na tabela 1, o custo da energia consumida pelos semáforos alimentados a partir da rede convencional é menor quando comparado aquela com oriunda de placas fotovoltaicas, e ainda é evidente o baixo consumo dos leds em relação às lâmpadas incandescentes. Vale ressaltar que garantir o funcionamento dos semáforos aumenta a segurança o que impacta no número de acidentes, permitindo a diminuição de outros custos significativos com danos materiais e vítimas humanas.

No próximo tópico veremos a solução proposta para o projeto e seus componentes.

3.0 PROJETO

O sistema de independência energética de semáforos aqui proposto tem como requisito a redução de custos e também a minimização do consumo de energia, bem como sua melhor eficiência. Com relação aos custos este trabalho se foca na elaboração de arranjos com semáforos que impactem na minimização dos materiais e dos custos relacionados aos componentes utilizados na fabricação dos semáforos, já o segundo ponto se foca na escolha de dispositivos e componentes e que consumam menos energia.

A solução proposta aborda as etapas para a construção dos semáforos independentes que compreende:

- Medição do índice médio de incidência de radiação solar na região a ser implantada
- Escolha de componentes (leds, design de semáforos, baterias, reguladores de carga)
- Desenvolvimento de um protótipo de semáforo evidenciando a solução proposta

A primeira etapa relaciona-se com os custos de implantação, uma vez que, baseado na irradiação solar da região e na carga alimentada, pode-se dimensionar a quantidade ótima de placas fotovoltaicas de maneira a garantir disponibilidade de energia mesmo em dias nublados. A escolha dos componentes impacta no consumo de energia do sistema implantado, nesta etapa é priorizada a escolha de componentes com alta eficiência x menor custo de maneira a minimizar a potencia da instalação.

Um esquema da solução proposta é ilustrado na figura 3, onde pode ser observado que a energia é armazenada no conjunto de baterias e o regulador de carga estabelece o sentido do fluxo de potência entre a bateria e o semáforo. O sistema de chaveamento deve ser projetado para garantir que em caso de pane no sistema de fotovoltaico ou mesmo em períodos de manutenção, nestes casos a rede elétrica convencional garante o fornecimento da energia necessária para o funcionamento do semáforo.

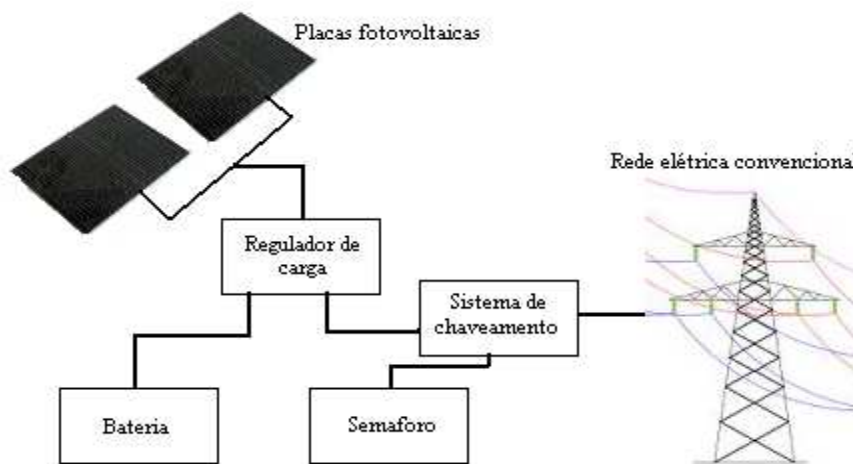


Figura 3: Esquema do semáforo a energia solar

A bateria possui uma função muito importante no sistema. Ela permite o armazenamento de energia para ser usada posteriormente e também evita que variações da insolação interfiram no funcionamento dos equipamentos, a autonomia promovida pela bateria deve ser de pelo menos dois dias de uso sem a captação e conversão da energia solar, isto para compensar os dias de baixa captação de energia, como por exemplos nos dias nublados.

Neste projeto os semáforos também serão adaptados ou mesmo reprojitados, neste sentido a escolha de led's como fonte emissora de luz se mostra a opção mais interessante, o que inclusive já vem sendo amplamente utilizado, o diferencial é que o projeto inclui a escolha de led's de alto brilho e



baixo consumo e ainda com controle de luminosidade, uma vez que o contraste proporcionado pela luz à noite deve ser diferente do contraste produzido durante o dia, por conseguinte o consumo de energia.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa elaborada evidenciou várias vezes a necessidade de se utilizar meios mais eficientes para o melhoramento dos conflitos existentes nos cruzamentos das vias de trânsito, principalmente nas áreas urbanas. Neste sentido a utilização de energia solar de maneira a garantir a continuidade no funcionamento dos semáforos se faz uma alternativa interessante tendo em vista a disponibilidade deste tipo de energia de maneira regular na maior parte do país.

A viabilidade da implantação de um sistema de independência energética de semáforos, a partir da tecnologia de coleta de energia solar através de placas solares, como substituto da energia elétrica oriunda de hidrelétricas corrobora em uma maior segurança no trânsito e também em economia por parte do sistema público de energia elétrica e também de saúde uma vez que possibilita a diminuição de acidentes.

Um próximo passo para o trabalho é a interligação de semáforos viabilizando tanto o controle do conjunto dos semáforos e ainda garantindo o fornecimento de energia para mais de um semáforo.

É importante notar que este projeto prioriza a minimização do consumo de energia por parte dos semáforos o que é tocado em diversas frentes, a saber: luminosidade, escolha dos componentes presentes no sistema, intensidade de irradiação solar da região e escolha de placas solares e baterias mais eficientes com uma menor redução dos custos.

REFERÊNCIAS

- [1] DENATRAN . **Manual de Semáforos. Ministério da Justiça. Departamento Nacional de Trânsito.** Brasília:[s.n]1984.
- [2] FERNANDES, C. A. O, GUARONGHI, V. M. **Energia Solar.** Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html>> Acesso em: 06 jun 2012.
- [3] HODGE.B.K, **Sistemas e aplicações de energia alternativa.** Rio de Janeiro: [LTC]2011.
- [4] MOEHLECKE, Adriano e ZANESCO ,Izete. **Caminhando rumo ao sol: Dez anos de pesquisa em energia solar fotovoltaica na PUCRS.** Rio Grande do sul:[s.n] 2001. (Projeto).
- [5] NOGUEIRAFILHO, João C.F. **Semáforo de trânsito operando sobre demanda de fluxo.** Natal:[s.n]2009.UFRN. (Trabalho de Conclusão de Curso).
- [6] SABURO, Hélio. Y. **Projeto de controlador inteligente para semáforo.** São Paulo: [s.n]2008. Universidade Estadual de Campinas (Trabalho de Conclusão de Curso).