

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO FONTE DE GERAÇÃO DE ENERGIA COMPLEMENTAR NA INDÚSTRIA PARAIBANA: UM ESTUDO DE CASO

DA COSTA¹, Cinthya Borges Lopes
DA SILVA², Michele Gomes
FERREIRA³, João Marcelo Dias
MELO⁴, Diego Heleno de Assis Pires
SILVA NETO⁵, José Felix

CEAR /DEER/ PROBEX.

RESUMO

Embora sejam muito grandes as reservas de petróleo, gás e carvão no mundo, a disponibilidade desses recursos fósseis diminui a cada dia por causa de suas quantidades limitadas na natureza e pela crescente demanda energética mundial. Neste contexto, as fontes renováveis de energia recebem grande atenção em todo o mundo. O Brasil, especialmente a região Nordeste, apresenta um dos maiores potenciais do mundo para produção de energia à partir da conversão fotovoltaica por estar dentre as melhores regiões em incidência de radiação solar do globo. Entretanto, essa forma de energia ainda é muito pouco aproveitada na matriz energética nacional. Falta à sociedade brasileira o conhecimento sobre a importância do uso deste tipo de energia e das tecnologias ligadas ao seu aproveitamento. O objetivo deste trabalho é apresentar às indústrias paraibanas, por meio de um estudo de caso e amparando-se na Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, a viabilidade do uso da energia solar fotovoltaica como fonte de suprimento da demanda energética. Esse resultado será alcançado com a participação da comunidade do Centro de Energias Alternativas e Renováveis (CEAR) da UFPB e dos diretores e funcionários da empresa RAVA Embalagens, onde será realizado esse estudo.

PALAVRAS-CHAVE

energia solar fotovoltaica, geração de energia elétrica, indústria.

¹ UFPB, discente colaborador, cinthya.costa@cear.ufpb.br

² UFPB, discente bolsista, michele.silva@cear.ufpb.br

³ UFPB, professor orientador, ferreira@cear.ufpb.br

⁴ UFPB, discente bolsista, diego.melo@cear.ufpb.br

⁵ UFPB, professor colaborador, josefelix@cear.ufpb.br

1. INTRODUÇÃO

Embora sejam muito grandes as reservas de petróleo, gás e carvão em todo o mundo, a disponibilidade desses recursos fósseis diminui com o uso, portanto são fontes de energia não renováveis (VILLALVA e GAZOLI, 2012). Por outro lado, existem outras fontes de energia cuja disponibilidade na natureza é permanente. Estas fontes de energia são conhecidas como fontes renováveis de energia. A energia solar é uma fonte de energia renovável que pode ser convertida diretamente em energia elétrica (efeito fotovoltaico) ou ser utilizada no aquecimento de um fluido em um processo de troca de calor (conversão termossolar) (CRESESB, 1999).

Algumas das vantagens do uso energia solar fotovoltaica são: Trata-se de uma fonte de energia inesgotável, não polui durante o seu uso e é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não necessita de grandes investimentos em linhas de transmissão (SILVA, 2007). O objetivo deste trabalho consiste em realizar um estudo de caso na empresa RAVA Embalagens acerca da viabilidade do uso da energia solar fotovoltaica como fonte de energia elétrica para a indústria paraibana. Este estudo de caso servirá como um modelo de referência para os empreendedores do estado da Paraíba no que diz respeito à utilização de energia solar fotovoltaica como alternativa às formas convencionais de geração de energia elétrica.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Energia Solar fotovoltaica

A energia luminosa do sol pode ser convertida diretamente em eletricidade pelo efeito fotovoltaico. Esse processo ocorre nas células fotovoltaicas, que podem ser construídas por diferentes tecnologias, tais como as células de silício cristalino e de filme fino (VILLALVA e GAZOLI, 2012). Na tecnologia de silício cristalino, os painéis ou módulos fotovoltaicos são obtidos a partir da interligação das células fotovoltaicas, atingindo os valores de tensão e de corrente elétrica desejados. O custo de dos módulos solares é, ainda hoje, o maior desafio para os consumidores e o principal empecilho para a difusão dos sistemas fotovoltaicos em larga escala. Porém, fatores diversos como a conscientização ambiental e a sustentabilidade fazem o diferencial desta solução em comparação às tradicionais fontes de energia.

Com o advento da Resolução Normativa N^o 482, de 17 de abril de 2012, da ANEEL, que estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração (até 100kW) e minigeração (100kW – 1MW) distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e que trouxe o sistema de compensação de energia elétrica, permite aos

consumidores instalar geradores fotovoltaicos em sua unidade consumidora e injetar energia gerada na rede elétrica da concessionária local em troca de créditos de energia que podem ser utilizados em um prazo de 36 meses.

É importante destacar também que a localidade de instalação do sistema fotovoltaico exerce uma grande influência sobre a viabilidade econômica deste tipo de geração elétrica. Algumas características locais (possibilidade de conexão à rede elétrica, necessidade de sistema de armazenamento, fatores climáticos etc.) podem determinar a necessidade e a viabilidade técnico-econômica deste tipo de instalação.

2.2 Radiação solar

A radiação solar sofre a influência do ar atmosférico, das nuvens e da poluição antes de chegar ao solo (VILLALVA e GAZOLI, 2012). O conhecimento acerca da radiação solar e do movimento do sol é importante para a instalação e orientação dos módulos fotovoltaicos de forma a melhorar o aproveitamento da radiação solar global. Nesse sentido, existem algumas regras gerais para a instalação dos módulos solares, dentre as quais podemos destacar: Orientação dos módulos fotovoltaicos para o norte geográfico (em países do hemisfério sul), para maximizar a produção média diária de energia; ajuste do ângulo de inclinação do módulo em relação ao plano horizontal de modo a otimizar a geração de energia ao longo do ano (VILLALVA e GAZOLI, 2012).

3. METODOLOGIA

3.1 Levantamento do consumo elétrico mensal

Inicialmente foi realizado o levantamento do consumo de energia elétrica mensal da empresa onde o estudo foi realizado. Este levantamento foi feito a partir do cálculo da potência ativa consumida por cada equipamento da empresa. Os valores de potência ativa foram calculados para cada fase da rede elétrica a partir da seguinte expressão:

$$P_f = V_f \times I_f \times \cos\theta \quad (1)$$

onde P_f é a potência ativa do equipamento por fase em Watts, V_f é a tensão entre fase e neutro em Volts, I_f é a corrente de fase em Ampères e $\cos\theta$ é o fator de potência. Neste estudo, o valor de V_f adotado para cada fase foi de 220V. Já os valores de I_f foram obtidos a partir da medição desta grandeza em cada equipamento. O valor do $\cos\theta$ adotado neste estudo foi de 0,89 (CODI, 2004).

Depois de obtidos os valores de potência instalada de cada equipamento, realizou-se o cálculo do consumo de energia elétrica levando em consideração o tempo de funcionamento médio mensal de cada um deles. Para tanto, foi estimado o tempo de funcionamento diário de cada máquina tendo como base informações fornecidas pela

equipe técnica da RAVA embalagens. O cálculo do consumo energético mensal foi efetuado a partir da seguinte expressão:

$$E_c = \sum P_m \times F_t \quad (2)$$

onde E_c é a energia consumida mensalmente em quilowatts-hora, P_m é a potência consumida por cada máquina em Watts e F_t é o fator de tempo de utilização mensal em horas.

3.2 Dimensionamento dos módulos fotovoltaicos

A etapa seguinte consistiu em efetuar o dimensionamento do sistema para geração de energia elétrica a partir de módulos fotovoltaicos conectados à rede. Este dimensionamento foi realizado com base na demanda mensal de energia elétrica da empresa RAVA Embalagens. Na análise dos diversos fabricantes de módulos fotovoltaicos comerciais no Brasil observou-se uma variação de potência máxima para cada módulo entre 50W e 300W nas horas de sol pleno e que a eficiência média está na ordem de 14-15 %. Além disto, observou-se uma relação direta entre a área de coleta destes painéis e a potência máxima gerada, de modo que quanto maior o painel utilizado, considerando o mesmo tipo de células fotovoltaicas, maior é a potência gerada. Neste sentido, foi escolhido o módulo fotovoltaico Yingli YL240P 29b fabricado pela empresa Yingli Solar, porque este módulo apresenta uma boa relação entre eficiência e área ocupada. A área deste painel é 1,63m² e sua eficiência é 14,7% (sob condição de operação padrão).

A energia gerada diariamente por um módulo fotovoltaico foi calculada a partir da seguinte expressão:

$$E_p = E_s \times A_m \times \eta_m \quad (3)$$

onde E_p é a energia produzida diariamente pelo módulo fotovoltaico em Wh, E_s é a insolação média diária do município de Cabedelo em Wh/m².dia (PEREIRA et al, 2006), A_m é a área da superfície do módulo fotovoltaico e η_m é a sua eficiência.

4. RESULTADOS

4.1 Consumo mensal de energia elétrica

Com base nas Eq. 1 e 2, foi constatado que o consumo elétrico médio mensal da empresa RAVA Embalagens é de 187.000kWh. Este valor calculado é coerente com os valores médios verificados nas faturas de energia elétrica da empresa.

4.2 Dimensionamento do sistema fotovoltaico

A partir da Eq. 3, observou-se que a quantidade de módulos fotovoltaicos necessários para suprir a totalidade da demanda mensal da empresa deveria ser de 4720.

Para esta quantidade de módulos fotovoltaicos seria necessária uma área disponível de aproximadamente 7.710m^2 somente para a instalação dos módulos. No entanto, a empresa dispõe de uma área de 2.900m^2 , fator que limita a capacidade de geração de energia elétrica para o suprimento total da demanda mensal da empresa. Sendo assim, o dimensionamento fotovoltaico foi feito limitando-se à área disponível para instalação.

O dimensionamento fotovoltaico com base na área disponível garante uma geração mensal de $70.326,46$ kWh a partir de um sistema com 1.775 módulos fotovoltaicos, suprimindo $37,6\%$ da demanda mensal da empresa, com um investimento de aproximadamente R\$ $1.775.000,00$ para aquisição dos módulos fotovoltaicos.

5. CONCLUSÃO

A energia solar fotovoltaica é uma alternativa interessante para a indústria paraibana por aproveitar uma forma de energia que está disponível gratuitamente e em abundância no Estado da Paraíba. No entanto, é preciso notar que, devido à baixa eficiência de conversão dos painéis fotovoltaicos e à limitação do número de horas de sol diário, o aproveitamento desta tecnologia de geração de energia implica na ocupação de grandes áreas, em função da quantidade de painéis necessários ao atendimento da demanda energética das indústrias paraibanas. No caso específico da RAVA Embalagens, este fator limitou em $37,6\%$ a capacidade de atendimento da demanda energética mensal da empresa. Vale ressaltar também que os custos apresentados neste trabalho para o sistema fotovoltaico correspondem somente aos módulos fotovoltaicos, não considerando outros itens imprescindíveis para o balanço do sistema, tais como inversores, medidores bidirecionais, chaves e cabeamento elétrico.

6. REFERÊNCIAS

- CODI - Comitê de Distribuição de Energia Elétrica. **Manual de orientação aos consumidores energia reativa excedente**. EDP, 2004.
- CRESESB. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**, Rio de Janeiro, 1999.
- CRESESB. **Energia solar - Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro, 2006.
- PEREIRA, E.B.; MARTINS, F.R.; ABREU, S.L.; RUTHER, R. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. INPE. São José dos Campos, 2006.
- SILVA, Rosana. Energias Renováveis. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**. Rio de Janeiro, 2007.
- VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. 1ª ed. Editora Érica, São Paulo, 2012.