

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO ASSOCIADO À REDE CONVENCIONAL EM UMA RESIDÊNCIA NO MUNICÍPIO DE CUIABÁ-MT

Rafael Leite Brandão Laranja (*), Jonas Spolador, Mariane Xavier Duarte

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT. Email: rafalaranja90@gmail.com

RESUMO

No período compreendido entre os meses de abril e maio do ano de 2001, o Brasil passou por uma crise energética que gerou restrição de uso de energia elétrica aos diversos setores da economia. A partir disso, como alternativa para solução do déficit energético, surgiu o incentivo à cogeração de energia elétrica. Uma das formas de cogeração se dá a partir da transformação de energia solar em energia elétrica por meio de painéis fotovoltaicos. Neste contexto, realizou-se um estudo da viabilidade econômica da implantação de painéis fotovoltaicos como opção para a redução do consumo de energia elétrica convencional em uma residência que apresenta consumo médio mensal de 532 kWh. O sistema de transformação de energia dimensionado é composto por 13 painéis fotovoltaicos, 10 inversores de corrente elétrica e 120 acumuladores de energia. A economia anual gerada pelo sistema foi de R\$ 1255,03 e o período de retorno simples do investimento de R\$ 51.40,00 se deu em 41 anos. Sendo a vida útil do conjunto de painéis fotovoltaicos de, em média, 25 anos o emprego da tecnologia na atualidade para as condições de estudo apresenta-se economicamente inviável.

PALAVRAS-CHAVE: Painéis Fotovoltaicos, Viabilidade Econômica, Transformação de energia

INTRODUÇÃO

No período compreendido entre os meses de abril e maio do ano de 2001, o Brasil passou por uma crise energética que gerou restrição de uso de energia elétrica aos diversos setores da economia. Segundo as autoridades políticas da época, o déficit energético foi desencadeado por fatores climatológicos (SOLNIK, 2001). Quando, um longo período de estiagem resultou na redução drástica dos níveis dos reservatórios de água inviabilizando a geração plena de energia elétrica nas principais usinas hidrelétricas do país.

A partir de então, umas das possíveis soluções para a crise foi o incentivo à cogeração de energia elétrica. Campelo (2003) define cogeração como “a produção descentralizada de eletricidade, e em particular a microgeração” apresentando-a como uma solução para o futuro, pois a partir das novas tecnologias é possível, no próprio local de consumo, transformar e disponibilizar energia elétrica em quantidade suficiente com alta eficiência já que não ocorrem perdas por transporte de energia em alta tensão.

Sendo assim, a disponibilização de energia elétrica a partir do aproveitamento da energia solar através de painéis fotovoltaicos, e a sua conexão com a rede elétrica de distribuição, é uma realidade em diversos países e vem crescendo e se consolidando como uma forma sustentável de obtenção de eletricidade (LISITA, 2005), caracterizando-se como um processo de cogeração.

Nos painéis fotovoltaicos, a radiação solar que incide sobre o planeta Terra, de forma abundante, podendo inclusive ser considerada uma fonte inesgotável, é absorvida por um conjunto de células fotovoltaicas. Essas células são compostas por uma mistura de material semi-condutor (silício) e uma substância dopante, a exemplo do Boro, que ao receber radiação solar, pela existência de um campo magnético, resulta no deslocamento de elétrons e em decorrência disso a geração de corrente elétrica (CASTRO, 2008).

A disponibilização de energia elétrica a partir do aproveitamento da energia solar através de painéis fotovoltaicos, e a sua conexão com a rede elétrica de distribuição, é uma realidade em diversos países e vem crescendo e se consolidando como uma forma sustentável de obtenção de eletricidade (LISITA, 2005), caracterizando-se como um processo de cogeração.

Nos painéis fotovoltaicos, a radiação solar que incide sobre o planeta Terra, de forma abundante, é absorvida por um conjunto de células fotovoltaicas. Essas células são compostas por uma mistura de material semicondutor (silício) e uma substância dopante, a exemplo do Boro, que ao receber radiação solar, pela existência de um campo magnético, resulta no deslocamento de elétrons e em decorrência disso a geração de corrente elétrica (CASTRO, 2008). De acordo com GREEN et al 2000, atualmente as melhores células apresentam um índice de eficiência de 25%.

Tendo em vista a necessidade e a ampliação dos conhecimentos a cerca dessa energia limpa, o objetivo do estudo foi analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico distribuído conectado a rede elétrica em uma residência que no município de Cuiabá- MT que apresentou um consumo elétrico médio mensal de 532 kWh.

METODOLOGIA

O processo de levantamento de informações do ambiente de estudo permitiu identificá-lo como residência unifamiliar localizada em Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso. Uma área de 74,12 m² de latitude de 15°33' no bairro Santa Cruz, com baixo sombreamento por vegetação perene, o local caracteriza-se como uma área disponível para instalação de painéis fotovoltaicos.



Figura 1: Fachada da residência. Fonte: Autor do Trabalho.

A energia elétrica consumida na residência é empregada pelo conjunto de aparelhos eletrodomésticos e eletroportáteis, tais como máquina de lavar roupas, ferro de passar roupas, televisores, aparelhos de som, microcomputador, etc. Sendo assim, a determinação do consumo médio mensal e diário de energia elétrica na residência, custos com pagamento pelo uso de energia elétrica e demais informações foram levantadas a partir das faturas mensais referentes julho de 2012 à Junho de 2013.

ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Para que o potencial energético solar seja aproveitado ao máximo os painéis fotovoltaicos devem estar posicionados adequadamente. Por estar situado no hemisfério sul, a orientação solar favorável para o local de estudo, é aquela que possibilita que a superfície dos painéis fotovoltaicos esteja voltada para o norte geográfico (MARINOSKI; SALAMONI; RUTHER, 2004).

O norte geográfico, por sua vez, é identificado a partir da determinação do norte magnético, a partir de uma bússola, e pela declinação magnética inerente a cada uma das direções (Norte, Sul, Leste e Oeste), Os valores são obtidos com auxílio de um aparelho GPS.

A área de implantação seria o telhado com 74,12 m² que não recebe sombreamento e tem uma inclinação de 16° comparado com a latitude do município de Cuiabá-MT que é de 15° (Manual de Engenharia Solar, 2004) em uma variação de 1° o que resulta em pouca perda da radiação total incidida.



Figura 2: Telhado da residência. Fonte: Autor do Trabalho.

Nos meses de julho de 2012 a junho de 2013 o consumo médio mensal foi de 532 kWh, a média diária diurna foi de 9 kW o que resultou em um consumo médio mensal diurno nesse mesmo período de 270kW, sendo a tarifa cobrada pela concessionária no valor de R\$ 0,41257/kWh.

Tabela 1. Consumo total de energia elétrica convencional a partir dos dados da fatura da concessionária de energia elétrica - Fonte: Autor do Trabalho

MÊS	Tarifa R\$	Consumo mensal de Jun/12 à Julh/13 (kW)	Consumo médio diário diurno de Jun/12 à Julh/13 (kW)	Consumo médio mensal diurno de Jun/12 à Julh/13 (kW)
Jul/12	0,41257	485	7	210
Ago/12	0,41257	523	10	300
Set/12	0,41257	589	12	360
Out/12	0,41257	621	13	390
Nov/12	0,41257	611	12	360
Dez/12	0,41257	495	7	210
Jan/13	0,41257	513	8	240
Fev/13	0,41257	597	9	270
Mar/13	0,41257	574	9	270
Mai/13	0,41257	449	8	240
Jun/13	0,41257	489	7	210
Somatório	*	6384	108	3240
Média	0,41257	532	9	270

ANÁLISE DA VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR PARA OFERTA DE ENERGIA NO SETOR RESIDENCIAL BRASILEIRO

Com a finalidade de se realizar uma análise simplificada da viabilidade da aplicação de sistemas fotovoltaicos em residências, considerou-se os dados de painéis fotovoltaicos coletados no site da loja “Minha Casa Solar2”. Tem-se como base um painel fotovoltaico do modelo Solar World de 130 W, cujas dimensões são de 1508 x 680 x 34 (mm) e os principais componentes de um sistema fotovoltaico, cujos valores são expostos na tabela 2, abaixo.

Tabela 2. Base de Custos dos equipamentos do sistema fotovoltaico utilizado - Fonte: <http://minhacasasolar.lojavirtualfc.com.br>. Custos a preços de mercado. Elaboração do autor

Equipamentos	Custo
Painel Solar World 130 W	RS 827,00
Controlador de carga solar 10A (12 V) Unitron	RS 179,00
Bateria estacionária Bosch P5 030 26 Ah/30 Ah	RS 189,00
Inversor de Energia de 400 W com Porta USB Black & Decker BDI400 – 12 V/127 V	RS 239,00
Total	RS 1.434,00

Em uma área com insolação de 6h por dia, que é a média no Brasil, esse modelo de painel fotovoltaico possui a capacidade de gerar, diariamente, cerca de 780 W. Entende-se que a eficiência da placa, por mês, podem ser

gerados 19.500 W ou 19,5 kWh. Isso dependendo da época do ano, pois as condições climáticas no município de Cuiabá pouco varia, sendo duas estações bem definidas, seca (maio a outubro) e chuva (novembro a abril).

RESULTADOS OBTIDOS

Número de painéis fotovoltaicos: Para calcular o número de painéis fotovoltaicos necessários para suprir a demanda média mensal de 532 kWh determinou-se o modelo do painel a ser utilizado. Adotou-se um modelo policristalino de alta eficiência de 130 watts de potência máxima com tensão nominal de 12 Volts. Cada unidade fotovoltaica ocupa 0,93m². A partir da divisão entre o valor da média de consumo diário mensal de 270 kWh e o valor da potência máxima fornecida por cada painel fotovoltaico em kWh concluiu-se que são necessários 13 painéis fotovoltaicos de 130 Watts para suprir a demanda energética da residência em estudo.

A partir dos valores de consumo médio mensal e custo mensal pelo uso de energia elétrica na residência ao longo do ano de 12 meses apresentados na Tabela 1, verifica-se que o custo médio por kWh é da ordem de R\$ 0,41257. Sabendo-se que ao longo do período de jul/2012 a jun/2013 podem ser fornecidos pelos painéis fotovoltaicos 3042 kWh, calculou-se a economia gerada pela substituição do uso de energia elétrica convencional pela equação:

$$R\$ \text{ eco} = \text{Egano} * T$$

$$\text{Equação (01)}$$

Em que:

R\$eco = Valor economizado no período (R\$);

Egano = Energia disponibilizada pelos painéis fotovoltaicos no período (kWh); e

T = Tarifa paga pelo consumo de energia elétrica à concessionária (R\$).

Dessa forma, serão economizados ao longo de um ano R\$ 1.255,03 que representa 47,65 % dos custos anuais por pagamento de tarifas de energia elétrica convencional à concessionária.

Os custos com aquisição dos equipamentos somam R\$ 26.000,00 para compra de 13 painéis fotovoltaicos de 130 Watts de potência, R\$ 2.340,00 para compra de 10 inversores de corrente de 400 Watts de potência e R\$ 22.680,00 para compra de 120 baterias. Não foram contabilizados no estudo os custos com mão de obra para instalação assim como os custos com estruturas de fixação para os painéis fotovoltaicos, disposição de inversores de frequência e baterias, fiação elétrica e custos com manutenção.

Assim sendo, por meio do cálculo do Período de Retorno Simples (PRS) obtido a partir da divisão entre o valor gasto com a compra de equipamentos que somaram R\$ 51.015,00 e o valor economizado anualmente pelo uso da energia fornecida pelos painéis fotovoltaicos, na ordem de R\$ 1.255,03, o investimento realizado será amortizado em 41 anos. Sabendo que vida útil estimada dos painéis fotovoltaicos utilizados no estudo é de, em média, 25 anos projeto de conversão de energia solar em energia elétrica para as condições adotadas no estudo e para as características do cenário de estudo apresenta-se, na atualidade, economicamente inviável.

DISCUSSÕES

O elevado padrão de consumo de energia elétrica na residência é resultado da utilização de equipamentos eletroeletrônicos. Tal consumo representa uma fração da população que faz uso, por exemplo, de ferro elétrico de passar roupas, máquinas de lavar roupas, microcomputadores, freezers e geladeiras.

Ao analisar os valores de consumo elétrico nos 12 meses, conforme o quadro 2, a utilização de painéis fotovoltaicos nas condições de estudo enquadra-se como opção para redução do consumo de energia elétrica oferecida pela matriz energética convencional e não como um meio para tornar a residência autosuficiente em energia elétrica.

Nem na hipótese em que fosse levado em consideração apenas o valor do consumo de energia elétrica da residência e fossem desconsideradas as taxas cobradas (impostos) pelo governo a utilização de painéis solares seria viável economicamente.

Ao analisar os valores que compõe o campo 'Energia mensal gerada – kWh' verifica-se que nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro, o consumo de energia elétrica é maior, devido ao alto consumo de ventiladores, geladeiras e freezer.

O fornecimento de energia pelos painéis fotovoltaicos é menor nos meses de chuva (dezembro a março), pois devido às condições climáticas, chove quase todos os dias à tarde, afetando o nível de radiação incidente sobre a placa solar.

Dessa forma, para que toda a demanda energética da residência seja oferecida a partir de painéis fotovoltaicos para todo o período (12 meses) seria necessário adicionar ao conjunto de painéis fotovoltaicos 8 unidades com as mesmas especificações daqueles já empregados no estudo. Esse ajuste, caso fosse realizado, representaria uma elevação significativa nos custos do projeto, contribuindo para o aumento da possibilidade de inviabilidade econômica do investimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é um país beneficiado pela larga radiação solar durante o ano. Entretanto a energia solar não tem ocupado espaço expressivo na matriz energética brasileira, sendo necessários maiores investimentos para ampliação do setor.

A utilização do potencial energético solar para obtenção de energia elétrica apresenta-se como alternativa sustentável para a matriz energética mundial por se tratar de uma fonte de energia considerada inesgotável e que, em comparação com as fontes energéticas convencionais, a exemplo da energia elétrica obtida em usinas hidrelétricas e termelétricas, gera menos resíduos e causa impactos ambientais em menor escala.

Apesar disso, na atualidade, a opção apresenta elevados custos em função do uso de alta tecnologia, mas que, no futuro, com a redução de custos da tecnologia, avanços tecnológicos, incentivos governamentais face a necessidade energética, à redução dos impactos ambientais e ao desenvolvimento sustentável, as possibilidades de viabilidade econômica para a opção serão maximizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 357, 17 de março de 2005. Estabelece normas e padrões para qualidade das águas, lançamentos de efluentes nos corpos receptores e dá outras providências.
2. Dias, Is CAMPELO, R. Estudo técnico-econômico de um sistema de cogeração a gás natural em pequena escala. 2003. 28f. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.
3. CASTRO, R. Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Introdução à energia fotovoltaica. Lisboa: IST, 2008 – DEEC/Área Científica de Energia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008. Disponível em: < http://enerp4.ist.utl.pt/Content/RuiCastro/download/Fotovoltaico_ed2p2.pdf>.
4. MARINOSKI, D. L.; SALAMONI, I. T.; RUTHER, R. Pré-dimensionamento de Sistema Solar Fotovoltaico: Estudo de caso do edifício-sede do CREA-SC.
5. LISITA, O. Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede: Estudo de caso – 3 kWp instalados no estacionamento do IEE-SP. São Paulo: USP, 2005. 87 p. Tese (Mestrado) – Instituto de Física, Programa de Mestrado em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
6. RECH, G., SOARES, C. Metodologia de dimensionamento de um gerador fotovoltaico para sistemas autônomos. In: Seminário de Iniciação Científica, 15., 2007, Ijuí, RG. Ijuí: UNIJUI, 2007. Disponível em: < http://www.projetos.unijui.edu.br/gaic/artigos/artigos%20iniciacao%20cientifica%202007/54_1.PDF>.
7. SOLNIK, A. A guerra do apagão: A crise da energia elétrica no Brasil. São Paulo: SENAC, 2001.
8. CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO (CRESESB). Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas em Energia Elétrica – CEPEL, novembro de 1999.
9. EPE; Balança Energético Nacional (BEN), Ministério de Minas e Energia, 2010
10. http://imsresearch.com/research-rea/Power_and_Energy/Metering_and_Energy_Management, acessado em 17/06/2013.
11. Abel Cristina Aleixo. A influência das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário. V Exposição de experiências municipais em saneamento. Assemae. Santo André, 2004. Disponível em http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_59.pdf. Data: 16 de dezembro de 2009.
12. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Anais do Seminário de Avaliação de Projetos IPT. Habitação e meio ambiente: assentamentos urbanos precários. São Paulo: IPT, 2002.