

# VIABILIDADE ECONÔMICA E AMBIENTAL DA UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS NO CENTRO-OESTE CATARINENSE

Rodarte Francisco da Rosa\*

Andrei Goldbach\*\*

## Resumo

O presente trabalho discorre sobre a viabilidade econômica e ambiental da instalação de painéis fotovoltaicos em residências do meio-oeste catarinense visando à geração de energia elétrica. Os objetivos específicos incluem a medição da incidência solar na cidade de Videira, SC, para que tenhamos a quantidade exata de energia gerada pelas placas solares com a amortização no sistema, e por fim, resultados reais da quantidade de carbono que foi evitado. Foi instalado um microgerador fotovoltaico constituído de sete módulos em uma residência de 250 m<sup>2</sup> situada em uma área plana sem proximidade a torres, edificações ou morros, ocupando uma área no telhado de 11,4 m<sup>2</sup>, possuindo área de célula de 10,2 m<sup>2</sup>, com isso, obteve-se êxito em todos os quesitos analisados dentro dessa avaliação. A incidência de luz nos 10,2 m<sup>2</sup> de placas solares no ano de 2013 foi de 2.174,7 KW.h., tendo uma média mensal de 181,25 KW.h/mês; o investimento total foi de R\$ 14.500,00 que serão amortizados em um período de 72,5 meses, aproximadamente seis anos, fazendo com que a única despesa mensal seja o valor de R\$ 5,00 da concessionária que administra a rede elétrica, e por fim, foi evitada uma quantidade significativa de carbono, chegando a 1.707 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Palavras-chave: Painéis fotovoltaicos. Energias alternativas. Incidência solar. Microgeração de energia elétrica.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de energia renovável não é mais novidade, mas uma necessidade. Nos dias de hoje, precisamos buscar métodos e soluções criativas que visem ao bem-estar do ser humano e que não afete as gerações futuras. No Brasil existem as condições necessárias para a criação de um mercado interno para a produção de sistemas fotovoltaicos. O Brasil possui uma das maiores reservas de quartzo e se destaca por ser um dos maiores produtores de silício metalúrgico do mundo. A matriz energética brasileira é uma das mais diversificadas, sendo 42,4% de sua matriz renovável (Empresa de Pesquisa Energética, 2013). O Brasil é um país onde se tem uma das maiores reservas de água doce do mundo e cerca de um terço das florestas tropicais restantes no Globo; a natureza foi generosa em disponibilizar no campo da energia vários tipos de matrizes energéticas, reservas de petróleo, gás natural, urânio e carvão, e, em se tratando de energia renovável, o país tem destaque no potencial hidrelétrico, solar e eólico. O potencial energético solar que irradia a Terra é cerca de dez mil vezes maior do que a demanda necessária para suprir suas necessidades, ou seja, se for utilizada cerca de 0,01% da energia solar, essa demanda será suprida (SOLAR ENERGY, 2014).

Em decorrência do grande índice de radiação solar no país, este trabalho será baseado na viabilidade econômica e ambiental de utilizarmos painéis fotovoltaicos para a geração de energia elétrica pelo sistema *On-Grid* em residências no centro-oeste catarinense. O principal objetivo deste trabalho é mostrar a viabilidade econômica e ambiental da utilização de painéis fotovoltaicos em residências no centro-oeste catarinense para a geração de energia elétrica, buscar mensurar a incidência da irradiação solar em Videira, SC, com a quantidade de carbono que o sistema proposto pode evitar, mensurando também a média mensal de geração de energia de sete placas solares no ano de 2013, apresentando a amortização do investimento aplicado no sistema.

Em razão da sua localização geográfica, o Brasil detém um dos maiores índices de radiação solar do mundo; nos últimos 20 anos ocorreram mudanças reais na nossa matriz energética fotovoltaica por meio de programas e mecanismos de incentivo para a aplicação dessa tecnologia em nosso país. A partir do ano 2012, com a criação da Resolução

\* Doutorando em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Regional de Blumenau; andrei.goldbach@unoesc.edu.br

\*\* Acadêmico do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade do Oeste de Santa Catarina em Videira, SC; rodarte02@hotmail.com

482, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) resolveu incentivar a produção para a micro e mini produção distribuída de energia, destacando-se a tecnologia fotovoltaica que sofreu impactos maiores por se tratar da sua fácil aplicação no ambiente urbano. No Brasil, o Banco Nacional do Desenvolvimento (Bndes) é uma das principais ferramentas de investimento de projetos que visam inovar o desenvolvimento local, regional e o desenvolvimento socioambiental.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado na cidade de Videira, SC, um microgerador fotovoltaico de 1,61 KWp de potência constituído de sete módulos fotovoltaicos da marca Yingli Solar; suas células são de silício cristalino com dimensões de 156x156 mm, possuem caixa de terminais IP-65, seus conectores elétricos são do tipo MC4, com grau de proteção IP67, seus módulos são retangulares com as medidas de 1650 mm de comprimento, 990 mm de largura e 50 mm de profundidade; nas condições normais de temperatura e insolação, a potência de cada módulo é de 230 Wp. A residência encontra-se em área plana e sem proximidade a torres, edificações ou morros. O conjunto de painéis ocupou uma área de telhado de 11,4 m<sup>2</sup>, possuindo a área de célula de 10,2 m<sup>2</sup>.

Possui também um inversor DC/AC Sununo-TI de 1,5 KWp da marca SAJ, o qual foi conectado em baixa tensão à rede de distribuição de energia localizada em uma área residencial de latitude S 26°59'45", longitude W 51°07'55" e altitude 719 m, em um ângulo de 22°, azimuth 0°, tendo uma incidência solar anual em torno de 4,8 kWh/m<sup>2</sup>. (ARAXÁ, 2013). Os módulos fotovoltaicos foram fixados por meio de suportes metálicos resistentes à ação do clima, com presilhas de alumínio e na base dos suportes perfilados galvanizados a fogo, foram utilizados parafusos de aço inox, para evitar a oxidação.

Os sete painéis encontram-se dispostos em linha e conectados em série a qual alimentam com corrente contínua (CC) o inversor que transforma a corrente contínua em corrente alternada (AC) 60 Hz. Os cabos de entrada do inversor são de 6,0 mm<sup>2</sup>, tanto o positivo quanto o negativo. A saída do inversor que alimenta o quadro de distribuição monofásico (220V) da residência é por meio de dois cabos de 2,5 mm<sup>2</sup> (fase e neutro). O sistema é *On-Grid* no qual foi substituído o contador padrão por um específico que mede tanto o consumo de energia elétrica na residência quanto a produção para a rede pública. A potência instalada do circuito em corrente contínua (CC) é de 1610 Wp e a potência disponível no circuito em corrente alternada (AC) é de 1500 Wp. A Tabela 1 mostra as especificações do módulo fotovoltaico do tipo Yingli 230 WP.

Tabela 1 – Especificações técnicas do módulo fotovoltaico Yingli 230 WP

| Especificações                | Quantificações |
|-------------------------------|----------------|
| Máxima potência               | 230 Wp         |
| Máxima tensão Vmp             | 30 V           |
| Máxima corrente Imp           | 7,66 V         |
| Tensão de circuito aberto Voc | 37 V           |
| Corrente de curto-circuito    | 8,18           |
| Dimensão                      | 1650x990x50 mm |
| Peso                          | 19,5 Kg        |

Fonte: os autores.

O inversor *Grid Tie* disponibiliza informações de sua geração de energia em tempo real, com monitoração *on-line* via *software*. A Tabela 2 mostra as especificações técnicas do inversor *Grid Tie*.

Tabela 2 – Especificação técnica do inversor *Grid Tie*

| Especificação               | Valores   |
|-----------------------------|-----------|
| Máxima potência de saída AC | 1500 W    |
| Range de tensão AC          | 180-280 V |
| Corrente de saída AC        | 8.5 A     |

Fonte: os autores.

Os limites de tensão e frequência do inversor *Grid Tie* são demonstrados nas Tabelas 3 e 4 e seguem de acordo com a Seção 8.1 do PRODIST da Aneel, que estabelece os limites relativos à quantidade de energia elétrica para produtores de energia.

Tabela 3 – Limite de tensão do inversor *Grid Tie*

| Limites de tensão | Valores (V) | Máximo tempo de <i>trip</i> |
|-------------------|-------------|-----------------------------|
| Máxima tensão     | 264,5       | < 200 ms                    |
| Mínima tensão     | 184         | < 200 ms                    |

Fonte: os autores.

Tabela 4 – Limite de frequência do inversor *Grid Tie*

| Limites de frequência | Valores (Hz) | Máximo tempo de <i>trip</i> |
|-----------------------|--------------|-----------------------------|
| Mínima frequência     | 55           | < 200 ms                    |
| Máxima frequência     | 65           | < 200 ms                    |

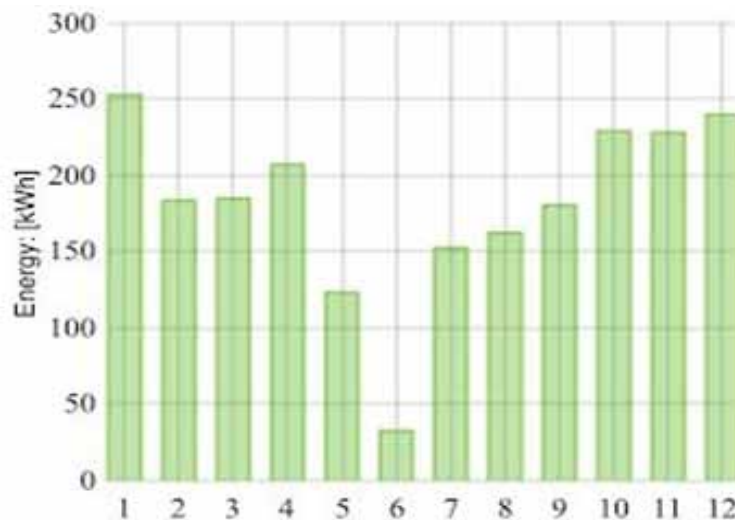
Fonte: os autores.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados na forma de gráficos ilustrando os meses de 2013 e seus índices de maior insolação, será feito dois comparativos, um referente a janeiro de 2013 com o de 2014 e outro referente há dois dias seguidos de janeiro de 2014. Por fim, será feita uma análise completa em julho de 2013.

O Gráfico 1 mostra a medição de todos os 12 meses de 2013, iniciados com o número 1 que indica o mês de janeiro. Podemos observar que em janeiro foi o mês que obteve a maior geração de energia, ultrapassando 200 Kw.h. Nota-se que nos meses de maio e junho houve uma diminuição drástica, pelo fato de o sistema estar em manutenção e fora de operação por vários dias. A geração volta à normalidade nos meses de julho seguindo até 31 de dezembro de 2013. O somatório de energia produzida no ano de 2013 foi de 2.174,70 Kw.h.

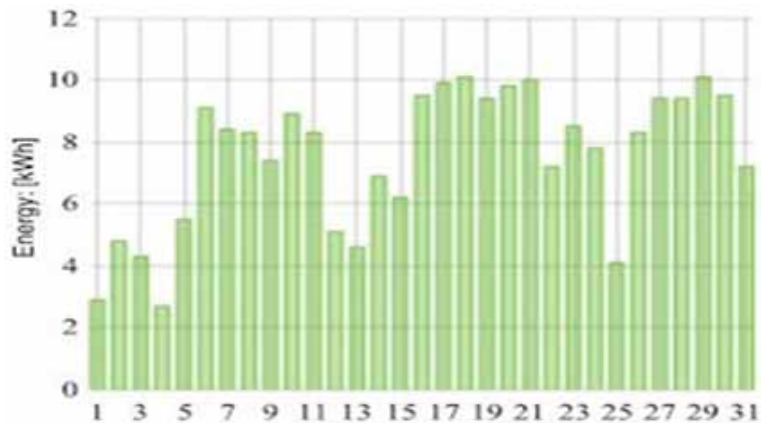
Gráfico 1 – Incidência solar na cidade de Videira em 2013



Fonte: os autores.

O Gráfico 1 mostra que em janeiro de 2013, o valor gerado foi de 253 KW.h, a mesma medição foi realizada no mesmo mês em 2014 e a geração foi sensivelmente inferior a 2013, com 233,60 KW.h, mostrando que, em se tratando de células fotovoltaicas, a incidência solar depende das condições do tempo como chuvas e tempo nublado. A Gráfico 2 mostra detalhadamente a incidência solar registrada dia a dia ao longo de todo o mês de janeiro de 2014. De acordo com o Gráfico 2, nota-se que os dias 17, 18, 20, 21 e 29 apresentaram alta incidência solar, atingindo valores próximos a 10 KW.h.

Gráfico 2 – Incidência solar dia a dia no mês de janeiro de 2014



Fonte: os autores.

O dia 21 de janeiro foi escolhido por estar ensolarado e apresentar poucos momentos nebulosos. O sistema iniciou sua medição a partir das sete da manhã e as encerrou por volta das 20 horas, mostrando pequenos momentos nebulosos no período da tarde. Neste dia, o sistema registrou 10 KW.h de geração de energia, como mostra o Gráfico 3:

Gráfico 3 – Incidência solar no dia 21 de janeiro de 2014



Fonte: os autores.

O dia 22 de janeiro foi escolhido por apresentar longos períodos nebulosos. No período da tarde, após o meio-dia, as nuvens começaram a impedir a passagem dos raios solares e assim permaneceu por todo o resto do dia. Mesmo assim, os primeiros registros foram efetuados às sete horas e encerraram por volta das 20 horas registrando um total acumulado de 7,2 KW.h, 28% abaixo do dia 20 de janeiro, mostrado no Gráfico 4.

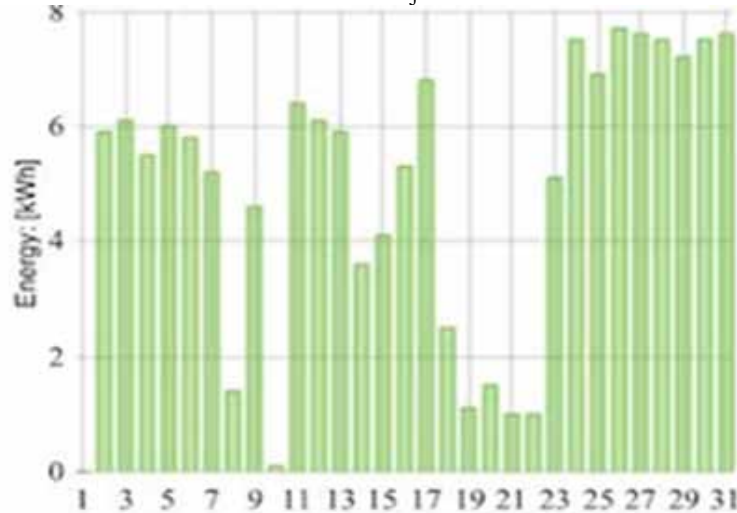
Gráfico 4 – Incidência solar no dia 22 de janeiro de 2014



Fonte: os autores.

No primeiro dia do mês de julho obteve-se um registro ínfimo de incidência solar, com baixíssima geração de energia elétrica, inferior a 0,2 KW/h, por se tratar de um dia chuvoso, melhorando drasticamente nos dias subsequentes. Em julho de 2013, registrou-se um total de 152,10 KW/h de energia, obtendo-se, então, um registro médio mensal de 4,9 KW/h/dia. O Gráfico 5 mostra a incidência solar dos dias do mês de julho de 2013.

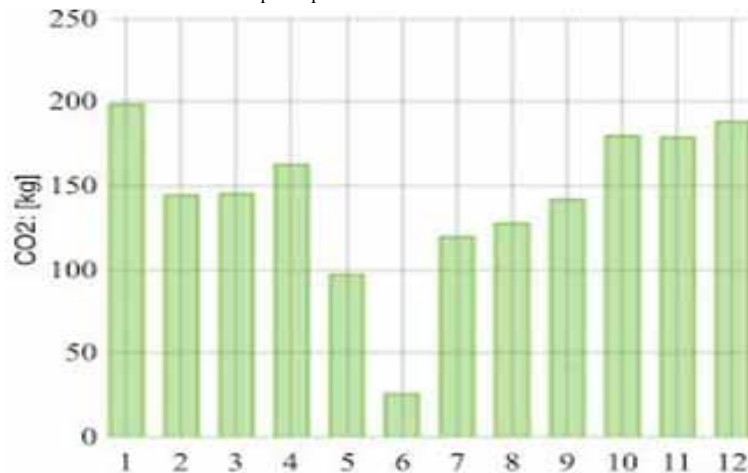
Gráfico 5 – Incidência solar dia a dia no mês de julho de 2013



Fonte: os autores.

O Gráfico 6 quantifica o dióxido de carbono que o sistema de sete painéis solares evitou no ano 2013. Nota-se que no período de 20 de maio até 25 de junho, o equipamento, por estar em manutenção, indicou baixos índices de resgate de carbono comparáveis com o mês de julho. O total de carbono resgatado em 2013 foi de 1.707 toneladas, com uma média de 142,25 Kg por mês. O Gráfico 6 mostra a quantidade de carbono evitada com este sistema.

Gráfico 6 – Carbono evitado pelos painéis solares em 2013



Fonte: os autores.

A viabilidade econômica foi efetuada fazendo cálculos em uma residência de 250 m<sup>2</sup> com gasto mensal de energia elétrica em torno de R\$ 200,00. O custo na compra de equipamentos, materiais, taxas, implantação e adequações totalizou o valor de R\$ 14.500,00. Dividindo o valor gasto no investimento pelo valor gasto em energia elétrica mensal, em média, tem-se um tempo de amortização do investimento de 72,5 meses, um período de aproximadamente seis anos. A única despesa é a taxa de R\$ 5,00 mensais; se houver sobra de energia elétrica, esta poderá ser reutilizada em um período de 36 meses.

#### 4 CONCLUSÃO

Nesse modelo de avaliação apresentado, teve-se a noção exata de que a implantação de painéis fotovoltaicos em residências do centro-oeste catarinense é viável. Chegou-se à conclusão de que para a viabilidade ter êxito basta ter uma área pequena em sua residência, ou seja, nesse projeto a residência onde foi instalada tinha uma área relativamente pequena, localizada em um lugar plano sem construções, de altura superior à residência nas proximidades. A incidência solar nos sete módulos fotovoltaicos instalados na residência em Videira, SC, no período de 01 de janeiro até 31 de dezembro de 2013 foi de 2.174,7 KW.h, a quantidade de carbono evitado pelos sete painéis solares no mesmo ano foi de 1,707 toneladas, a média mensal de geração de energia elétrica foi de 181,25 KW.h/mês e o investimento total do sistema foi de R\$ 14.500,00, incluindo equipamentos, materiais, taxas, manutenção, implantações e adequações e será amortizado em um período de 72,5 meses, considerando um desembolso médio mensal de R\$ 200,00 de fatura.

##### ***Economic and environmental viability on the use of photovoltaic panels in residences of Santa Catarina's Midwest***

###### *Abstract*

*The present work discusses about the economic and environmental viability for installation of photovoltaic panels in residences of the Midwestern area of Santa Catarina state in order to generate electrical energy. The topic includes renewable energy, that each passing day becomes clearer in our daily routine, measuring the sun incidence in the city of Videira, SC, in order to have the exact amount of energy generated by the solar panels along with the system amortization and finally, the real results of the amount of carbon that was avoided. It was installed a photovoltaic microgenerator comprising 7 modules in a 250 m<sup>2</sup>-residence of situated in a flat area far from towers, buildings or hills, occupying a roof area of 11.4 m<sup>2</sup> which has a cell area of 10.2 m<sup>2</sup>; so, it was possible to achieve success in all criteria studied in this evaluation. The light incidence in the 10.2 m<sup>2</sup> solar panels in the year of 2013 was 2,174.7 KW.h. which had a monthly average of 181.25 KW.h/month, having the total investment of R\$ 14,500.00 that will be amortized in a period of 72.5 months, about 6 years, in which the only monthly expense will be a value of R\$ 5.00 a month to the dealer that manages the electrical net, and finally, it was avoided a significant amount of carbon, reaching 1.707 tons of CO<sub>2</sub>.*

*Keywords: Photovoltaic panels. Alternative energy. Solar incidence. Microgeneration of electrical energy.*

#### REFERÊNCIAS

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 03 nov. 2013.

SOLAR ENERGY. Disponível em: <[www.solarenergy.com.br](http://www.solarenergy.com.br)>. Acesso em: 10 jan. 2014.