

ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA PARA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA SOLAR FV APLICADO A RESIDENCIAIS POPULARES: ESTUDO DE CASO EM ITUMBIARA-GO

NAYARA OLIVEIRA SANTANA¹, OLÍVIO CARLOS SOUTO DO NASCIMENTO², SERGIO BATISTA SILVA^{3*}

¹Graduanda, IFG, Itumbiara-GO, nayarasantana50@yahoo.com.br

²Dr em Engenharia Elétrica, IFG, Itumbiara-GO, olivio.souto@ifg.edu.br

³Dr. em Engenharia Elétrica, IFG, Itumbiara-GO, sergio.silva@ifg.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Nos últimos anos, a capacidade global de sistemas fotovoltaica conectados à rede cresceu em média 60% ao ano, sendo significativamente maior que as taxas de crescimento obtidas pelas outras tecnologias renováveis. No Brasil, estes sistemas tiveram sua regulamentação aprovada após a publicação da Resolução Normativa 482 da ANEEL em 17 de abril de 2012. Este artigo visa avaliar a inserção da microgeração de energia por fonte solar em habitações populares, oriundos do programa Minha Casa Minha Vida, utilizando como estudo de caso, unidades recentemente entregues na cidade de Itumbiara-GO. Simulações foram realizados utilizando as ferramentas RETScreen. Resultados mostram que o retorno financeiro pode ser alcançado em um prazo de pouco mais de 5 anos.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar, Geração Distribuída, Sistemas Fotovoltaicos.

ANALYSIS TECHNICAL-ECONOMIC FOR USE OF TECHNOLOGY PV SOLAR APPLIED IN HOMES OF LOW-INCOME FAMILIES: A CASE STUDY IN ITUMBIARA-GO

ABSTRACT: In recent years, the overall capacity of photovoltaic systems connected to the grid has grown on average 60% per year, significantly higher than the growth rates achieved by other renewable technologies. In Brazil, this system had their regulations approved after the publication of ANEEL Normative Resolution 482 on April 17, 2012. This paper aims to evaluate the integration of micro generation by solar source in homes of low-income families, coming from the “*Minha Casa Minha Vida*” program, using as a case study, recently delivered units in the city of Itumbiara-GO. Simulations were performed using the RETScreen tools. Results show that the financial returns can be achieved in a period of just over five years.

KEYWORDS: Solar Energy, Distributed Generation, Photovoltaic Systems.

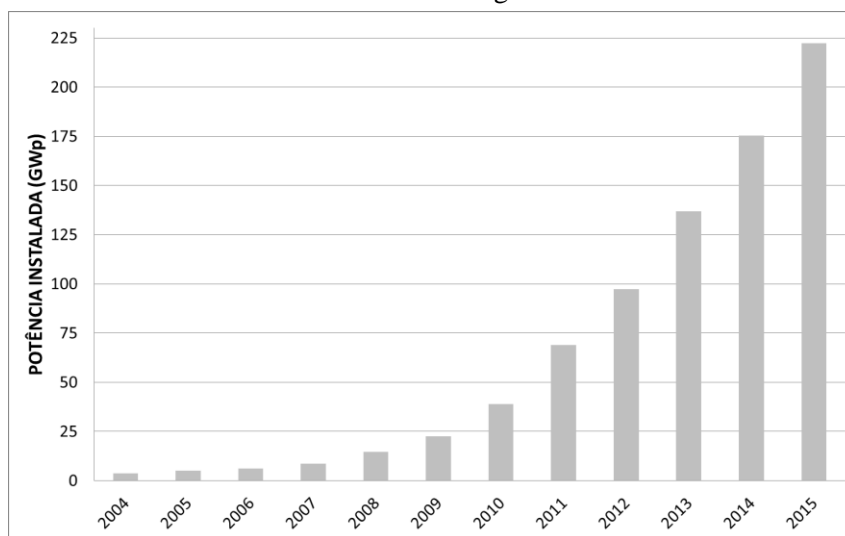
INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com o esgotamento de recursos hídricos bem como questões ambientais associados ao consumo de combustíveis fósseis para geração de energia contribui para a busca de formas alternativas que agredem menos o meio ambiente.

Uma tecnologia crescente que tem se mostrado viável para a produção de energia, é a utilização de sistemas solares fotovoltaicos (FV). Essa tecnologia já passou da fase de testes, e o único empecilho para sua popularização é custo elevado de seus componentes.

Nos últimos anos, a capacidade total de sistemas fotovoltaica conectados à rede (SFCR) cresceu em média 60% ao ano, sendo significativamente maior que as taxas de crescimento obtidas pelas outras tecnologias renováveis. Os SFCR oferecem vantagens, como: confiabilidade; durabilidade; baixo custo de manutenção e a possibilita a expansão de forma modular. Já as desvantagens, vão desde a baixa eficiência de conversão, altos custos de instalação, até a falta de mão-de-obra especializada para projeto e instalação dos mesmos. Apesar dos custos da energia FV ainda serem altos, quando comparados a outras fontes de geração, esse quadro vem se revertendo a cada ano. A Figura 1 mostra a evolução da capacidade instalada mundial de energia solar fotovoltaica (FV) nos últimos anos.

Figura 1. Capacidade instalada de sistemas fotovoltaico global.



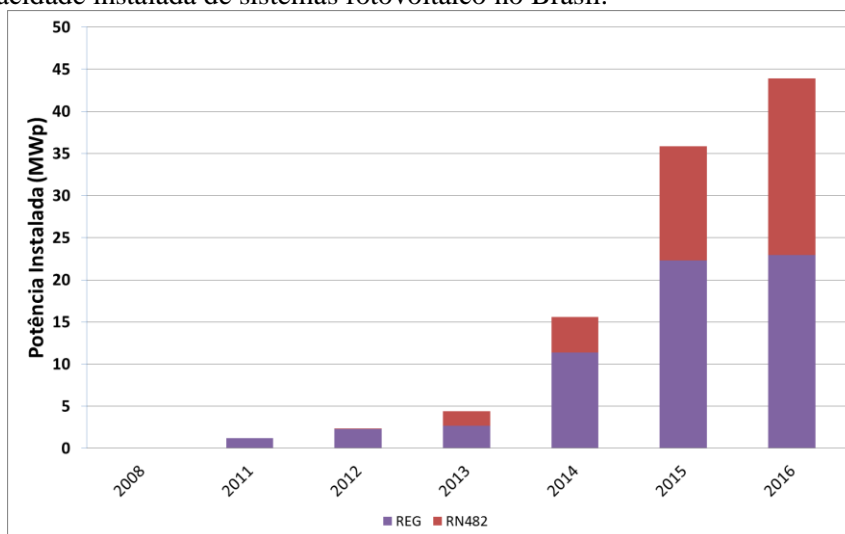
Fonte: IRENA (2016).

No Brasil, apesar das altas incidências de radiação solar diária, a qual possui uma média diária de radiação solar entre 1500 e 2200 kWh/m²/ano (Martins, et al., 2008), podendo alcançar valores na ordem de 2400 kWh/m²/ano, a aplicação de tecnologia solar FV ainda é recente e insignificante na participação da matriz elétrica, correspondendo a pouco mais de 0,0144% (ANEEL, 2015).

O interesse pela geração solar FV teve como marco regulatório os anos de 2011 e 2013, a partir do qual a ANEEL aprovou a resolução normativa 482 (MME, 2014). Estas resoluções permitiram que qualquer cidadão, pudesse conectar o sistema FV à rede elétrica de baixa tensão, podendo assim inserir sua energia produzida no sistema elétrico.

Em 2015, a ANEEL passou a adotar nova forma de contabilizar e classificar as usinas, separando-as em “outorgadas e com registro” e em “micro e minigeração distribuídas”, estas últimas, a partir de informações geradas pelas Distribuidoras com base na resolução 482 da ANEEL (2012). Até outubro de 2015, foram registrados pouco mais de 1000 microsistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR). Este número alcançou o valor de 2810 unidades instaladas até maio de 2016 (ANEEL, 2015), representando um aumento de cerca de 280% em pouco mais de 6 meses. A capacidade total a evolução de SFCR instalados no Brasil é apresentada na Figura 2.

Figura 2. Capacidade instalada de sistemas fotovoltaico no Brasil.



Fonte: ANEEL (2016) - Adaptado.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre julho de 2014 e agosto de 2015. Foram realizadas entrevistas com moradores em residências cedidas pelo PMCMV na cidade de Itumbiara-GO, com intuito de se obter a curva característica de consumo energético. A pesquisa ainda considerou 2 situações encontradas nos PMCMV na cidade, sendo elas, residências com sistemas de aquecimento solar (SAS) para substituição do chuveiro elétrico e residências sem os SAS. A Figura 3 mostra uma foto aérea de um dos bairros visitados na cidade.

Figura 3. Vista Aérea de bairro residencial atendido pelo PMCMV.



Radiação Solar

Para este estudo, foi considerado a cidade de Itumbiara-GO, localizada na região Centro-Oeste do Brasil, latitude: 18° 25' 09" Sul e longitude: 49° 12' 55" Oeste, com uma altitude de 448m sob o nível do mar. A média diária mensal para o plano inclinado para a localidade selecionada resultou em 5,27kWh/m²/dia.

Programa de Simulação

Para as simulações foram utilizadas a ferramenta computacional RETScreen. O RETScreen é um programa de gerenciamento de energia limpa destinado a analisar a viabilidade de projetos de eficácia energética, energias renováveis e de cogeração, assim como analisar o desempenho energético de forma contínua, sendo considerando um dos mais avançados programas de suporte à tomada de decisão no setor das energias renováveis (RETScreen, 2015).

Dimensionamento do SFCR

O dimensionamento do SFCR foi realizado visando apenas suprir a carga consumida em uma residência, pois segundo a RN482 [5] o sistema de compensação apenas gera créditos de energia que podem ser utilizados em um prazo máximo de 60 dias. A potência do microgerador que compõe um SFCR pode ser calculada pela Equação 1 definida por [10]:

$$P_{FV}(Wp) \square \frac{E/TD}{HSP_{MA}} \quad (1)$$

Onde:

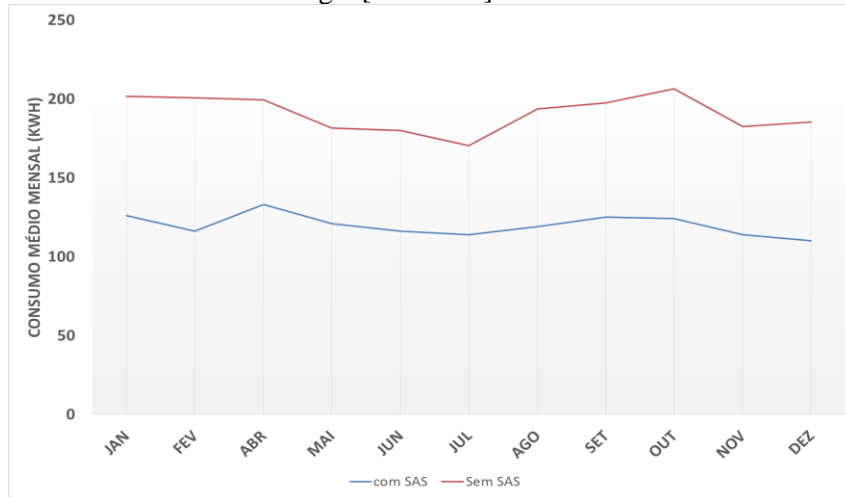
- $P_{FV}(Wp)$ - Potência de pico do painel FV;
- $E(Wh/dia)$ - Consumo diário médio anual da edificação ou fração deste;
- $HSP_{MA}(h)$ - Média diária anual das HSP incidente no plano do painel FV;
- TD - Taxa de desempenho (adimensional).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização das visitas com moradores de residências cedidas pelo PMCMV, foram traçadas as médias mensais do consumo de energia, tanto para as unidades com SAS como para as

unidades sem SAS. A Figura 4, mostra o perfil de consumo mensal das unidades residenciais entrevistadas, tanto as unidades com SAS, quanto as unidades sem SAS. Por meio do gráfico pode observar que, as unidades com SAS possuem uma redução de cerca de 40% sobre o consumo de energia das unidades sem o SAS.

Fig. 4. Média mensal do consumo de energia [kWh/mês]



Para os dois grupos de unidades residenciais selecionadas, isto é, com SAS e sem SAS, foram calculadas as médias de consumo diário, e em seguida, realizado o cálculo do SFCR necessário para suprir a demanda anual de energia. Para essa A Tabela I apresenta os resultados da escolha dos SFCR para os casos apresentados, foram considerados neste caso, módulos comerciais da Yngli Solar, YGE 60 CÉLULAS SÉRIE 2 (245 Wp).

Tabela 1. Síntese dos SFCR.

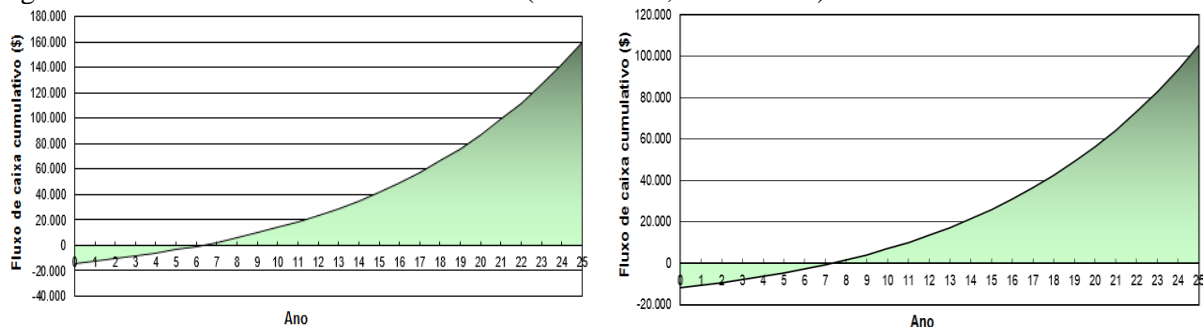
Unidade	Energia [kWh/dia]	Taxa de desempenho considerada	Potência do painel FV [kWp]	NRO de módulos [245Wp]
com SAS	3,92	0,80	0,93	4
sem SAS	6,24	0,80	1,48	6

Simulação dos casos resultantes

Após o dimensionamento do sistema, foi feita uma simulação no programa Retscreen, para a avaliação da viabilidade econômica dos sistemas de microgeração fotovoltaica.

As Figuras 5a e 5b mostram os resultados após a realização das simulações. A vida útil considerada pelos projetos foi de 25 anos. A taxa de juros e considerada foi de 10%. E a tarifa de energia, considerando impostos é igual a 710R\$/MWh (aplicado a CELG-D).

Fig. 6. Gráfico de fluxo de caixa cumulativo (a-sem SAS; b-com SAS).



a)

b)

Após a simulação do sistema FV para os consumidores sem e com o SAS, pode-se observar que o retorno financeiro do capital próprio resultou em 6,3 anos e 7,3 anos, respectivamente. A diferença do retorno financeiro em 1 ano a mais para o caso das unidades com o SAS, se deve ao fato do SFCR ser praticamente o mesmo, isto é, apenas a inclusão de 2 módulos FV a mais para o caso das unidades sem o SAS. A redução do custo final do SFCR para o caso com SAS não é proporcional a redução da capacidade final instalada, pois os custos com o inversor, o projeto e instalação física do sistema são praticamente os mesmos.

CONCLUSÕES

Entre as diversas aplicações para o uso da energia solar fotovoltaica no Brasil, destaca-se a sua utilização em moradia de interesse social, a qual apresenta ainda um grande déficit habitacional. Somente em 2008 chegou a 5,5 milhões de unidades, segundo Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios (Brasil, 2008). O PMCMV, surgiu então como uma iniciativa do Governo Federal, em parceria com os Estados, Municípios e a iniciativa privada, visando a construção de um milhão de moradias para famílias com renda de até dez salários mínimos. Neste programa, já conta com incentivos a utilização de SAS na produção habitacional, possibilitando a redução do consumo de energia elétrica e da emissão de CO₂ conseqüentemente. No entanto, ainda não é na forma da lei, incentivos para a adoção da energia solar fotovoltaica integrada a edificação. Neste sentido, este artigo avaliou as possibilidades para a aplicação de SFCR, de forma a contribuir com a mitigação dos efeitos ambientais, causados pelo aumento do consumo de eletricidade, e pela construção de novas unidades residências. Os resultados mostraram que o retorno financeiro pode ser alcançado em um período máximo de pouco mais de 7 anos. Esse tempo, ainda pode ser reduzido, considerando a inclusão do SFCR diretamente no financiamento dos empreendimentos financiados pelo PMCMV.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. BIG - Banco de Informações de Geração - Capacidade de Geração do Brasil. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 01 Outubro 2015.
- ANEEL. RESOLUÇÃO NORMATIVA N_ 482. Brasil: Agência Nacional de Energia Elétrica; 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>. Acesso em: 01 out. 2014.
- BRASIL, 2015. 1º Balanço 2015 PAC. Disponível em <http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/ccedac8ebd8bfe1fefc25c0e4e4e8c0c.pdf> Acesso em 10 de out. 2015
- CRESESB. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro. 2014.
- IRENA-International Renewable Energy Agency. “RENEWABLE CAPACITY STATISTICS 2016”. Disponível em: http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2016.pdf. Acesso em: 20 mai. 2016.
- MARTINS FR, Ruther R, Pereira EB, Abreu SL. Solar energy scenarios in Brazil. Part two: photovoltaics applications. Energy Policy 2008.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. PORTARIA No 465, DE 3 DE OUTUBRO DE 2011 – Disponível em <<http://www.cbic.org.br/sites/default/files/PORTARIA%20465%20MCIDADES%2003102011%20COMPACTADA.pdf>>. Acesso em: 01 mai 2015.
- MME – Ministério de Minas e Energia. Energia Solar no Brasil e no Mundo – Ano de Referência – 2014”. Edição: 16/12/2015. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143612/24+-+Energia+Solar+2014+-+Brasil+e+Mundo+\(PDF\)>](http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143612/24+-+Energia+Solar+2014+-+Brasil+e+Mundo+(PDF)>) Acesso em: 01 mai. 2016.
- RETSscreen.. RETScreen International O que é o RETScreen. Obtido de RETScreen International: <Disponível em <http://www.retscreen.net/>>. Acesso em: 10 mai 2015.