

# ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA ENERGIA SOLAR PARA A OFERTA DE ENERGIA NO SETOR RESIDENCIAL DO DISTRITO FEDERAL

**Lorrane Stephanie da Silva Biângulo-Unb**  
**Lucas Rodrigues da Silva-UnB**

**Universidade de Brasilia- UnB**  
**Faculdade do Gama- FGA**

**Endereço:** Área Especial de Indústria Projeção A, UNB - DF-480 - Gama Leste, Brasília - DF, 72444-240

**Resumo.** A geração de energia elétrica fotovoltaica é obtida através de uma fonte renovável, com alto potencial na matriz energética brasileira. Teve-se como objetivo neste estudo analisar esta possibilidade no contexto do Distrito Federal, através de uma breve análise do primeiro sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR) em uma residência do DF, tendo em vista verificar a eficiência e vantagens do sistema descentralizado, para implantar esta fonte de uma forma viável e eficiente, diversificando a produção de energia e diminuindo a dependência das usinas hidrelétricas. Investimentos públicos e privados podem aumentar a viabilidade dos sistemas fotovoltaicos, favorecendo o crescimento da energia solar no país.

**Palavras Chaves:** Energia fotovoltaica, Distrito Federal, Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede

**Abstract.** Photovoltaic electricity generation is obtained renewable source, with a high potential in the Brazilian energy matrix. This study aimed to analyze this possibility in the context of Distrito Federal, through a brief analysis of the first PV system connected to the network in a residence of DF, verifying the efficiency and benefits of decentralized system, to verify this energy source of a viable and efficient, by diversifying the energy production and reducing the dependency on hydroelectric power plants, need evidenced by recent droughts that damage the power supply. Public and private investments can increase the viability of photovoltaic systems, favoring the growth of solar energy in the country.

**Key Words:** Photovoltaic energy, Distrito Federal, PV system connected to the network

## 1. Introdução

A busca mundial de fontes renováveis para a obtenção de energia é crescente nos dias atuais. Essa situação também se aplica no Brasil, país com potencial de adotar fontes renováveis em sua matriz energética, no cenário atual e no futuro.

Com esse enorme potencial, o Brasil apresenta uma matriz de energia elétrica procedente de fontes renováveis, sendo responsável por cerca de 86% da geração de eletricidade, diferente da média mundial. Porém, estas fontes não são diversificadas, baseando-se principalmente nas usinas hidrelétricas, representam 77% da geração de energia elétrica no país.

A utilização dos rios para a produção de energia elétrica no Brasil foi a principal fonte adotada pelo país para assegurar a disponibilidade da energia elétrica, por ser uma fonte disponível, não representar um custo de combustível para a produção e por ser uma fonte de energia limpa e renovável. <sup>[1]</sup>

Com isso, conclui-se que a hidroeletricidade é uma fonte com grande potencial, porém, no seu processo de construção apresenta impactos ambientais e sociais, podendo citar os problemas e discussões geradas através da construção da Usina de Belo Monte como exemplo. A energia elétrica produzida nessas usinas hidráulicas pode não atender a demanda da população brasileira, fato comprovado com a seca que ocasionou a crise energética no Brasil no ano de 2014. <sup>[1]</sup>

Apesar das usinas hidrelétricas serem amplamente utilizadas, gerando a maior parte da energia elétrica do país, o funcionamento destas depende do nível dos reservatórios. Quando os níveis estão baixos, torna-se necessário ligar as usinas termelétricas, aumentando o custo da energia gerada. A solução encontrada pela Agência Nacional de Energia Elétrica, a ANEEL, para a recomposição da diferença de custo da energia gerada e o preço de venda acordado nos leilões foi a aplicação do sistema de bandeiras tarifárias.

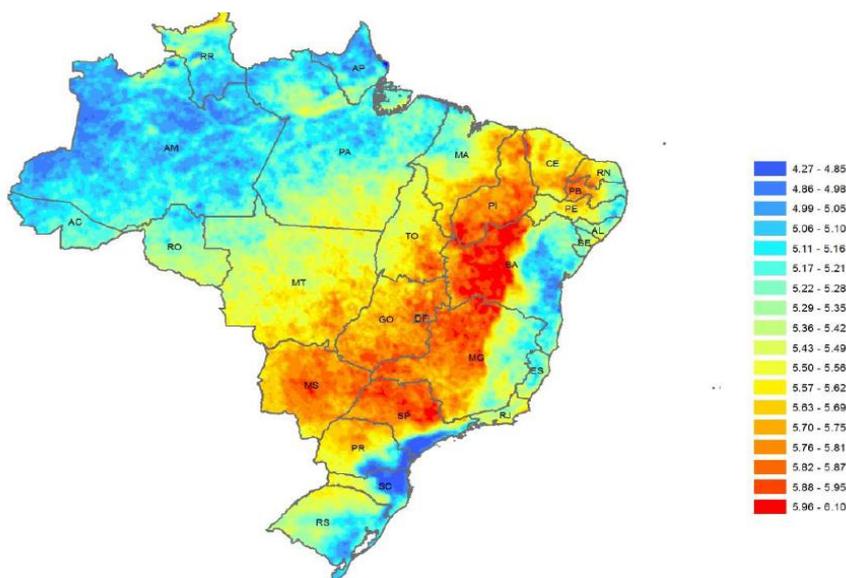
A hidroeletricidade depende da incidência de chuvas, deste modo, o preço da energia elétrica oscila e pode ocasionar problemas na distribuição de energia no Brasil, como a ameaça de falta de abastecimento. Diante desta realidade, a energia solar fotovoltaica se torna uma opção a ser analisada para a implementação na matriz energética brasileira.

A energia solar é uma fonte gratuita e abundante no Brasil, produz energia de forma silenciosa, não gera poluentes na fase de produção de energia e no caso da microgeração distribuída, não necessita de linhas de transmissão e produz energia de forma descentralizada.

A energia solar ainda representa uma pequena participação na matriz energética brasileira, porém, com a evolução recente da energia solar no cenário internacional e a tendência econômica e ambiental, tem potencial para ser implantada no Brasil e até superar outras formas de energia já existentes no país.

O Brasil é um país que apresenta elevados níveis de irradiação solar, devido à sua localização geográfica, com concentrações de irradiação média diária entre 4,8 e 6 kWh/ m<sup>2</sup>/ dia. Um fato que prova o alto potencial para a produção de energia solar é que a Alemanha, país com maior produção de energia fotovoltaica atualmente, apresenta um valor máximo de irradiação média diária de 3,4 kWh/ m<sup>2</sup>, deste modo, pode-se observar que o local com menor insolação no Brasil tem taxas maiores que o local de maior insolação na Alemanha. [4]

Como citado anteriormente, no Brasil, existe potencial para a expansão da energia solar fotovoltaica. Além de ser uma fonte alternativa, é uma opção promissora e pode chegar a ser viável para complementar a matriz de geração de energia elétrica. [5]



**Figura 1-** Mapa da Radiação Solar Global do Brasil. Fonte: Swera

A extensão territorial e as condições climáticas no Brasil são favoráveis para incentivar o potencial da energia fotovoltaica. Esta fonte ocupa posição de destaque entre as fontes renováveis, contribuindo para o aumento do número de instalações nos últimos anos e para o aumento de investimentos no desenvolvimento de projetos para a este ramo da indústria. [4][5]

Observando o potencial solar do país, foram implementados alguns programas de incentivo assim como a realização de leilões de energia elétrica provenientes de fontes renováveis. Além desses incentivos para a propagação da energia solar no país, por meio do

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, o BNDES, fomento para a produção de equipamentos fotovoltaicos.

Neste contexto, esta fonte de energia torna-se cada vez mais consolidada no Brasil, uma vez que não se afirma apenas pela alta incidência de irradiação, mas também pela queda dos custos de implantação e fabricação dos sistemas fotovoltaicos em nível internacional e nacional e pela alta presença de disponibilidade de matérias-primas, elevado potencial de mercado e as taxas de crescimento sustentáveis. <sup>[4]</sup>

No caso do Distrito Federal, a introdução da energia solar constitui em uma alternativa complementar de energia, além de ser uma forma de diversificar a matriz de energia elétrica do DF, constituída basicamente por hidrelétricas, pois as condições para a implementação dessa fonte são promissoras, uma vez que se encontra um uma região com os com maiores níveis de incidência solar no país.

## **1.2 Resoluções Nº 482 da ANEEL**

Um dos avanços para a energia solar fotovoltaica no Brasil é a Resolução Nº 482 da ANEEL, que define a micro e minigeração distribuídas e cria um sistema de créditos de energia para consumidores cadastrados com as concessionárias de distribuição. Com isso, define-se que uma usina de microgeração é uma central que gera energia elétrica com uma potência instalada até 100 KW e a minigeração corresponde os sistemas de potência entre 100 KW e 1 MW. <sup>[5]</sup>

O sistema de créditos criado pela ANEEL torna possível que a energia ativa gerada pelo produtor por microgeração ou minigeração distribuída substitua parcialmente o consumo de energia elétrica ativa. <sup>[5]</sup>

Nessa configuração, o consumo mensal de energia elétrica é a diferença entre a energia consumida e gerada pelo sistema, no qual o excedente que não foi compensado no mês gera créditos de energia, para serem descontados no consumo dos próximos meses. Os créditos gerados podem ser utilizados em até 36 meses, no local onde o sistema está instalado ou em outras propriedades do consumidor, previamente cadastradas para este fim e que seja atendida pela mesma concessionária. <sup>[5]</sup>

Essa resolução alterou algumas especificações técnicas, tanto para as concessionárias quanto para os consumidores. Nessas especificações estão as trocas dos medidores convencionais para medidores bidirecionais e informações sobre o saldo positivo e total de créditos nas contas de eletricidade. No caso da troca dos medidores a concessionária é

responsável pela manutenção e operação depois do consumidor ter realizado a instalação do sistema de compensação de energia. [5]

### 1.3 Contextos de Energia Solar no Distrito Federal

Tendo em vista o alto potencial do Brasil para a implementação da energia solar, o Distrito Federal tem ótimas condições para desenvolver o sistema. Pois o DF fica em um dos pontos com maior irradiação solar do Brasil como podemos ver no mapa de irradiação horizontal do Brasil, mostrado na figura 1, mostrando assim, um ótimo potencial para a implantação e análise do sistema solar fotovoltaico.

O sistema elétrico do Distrito Federal é concedido pela Companhia de Eletricidade de Brasília, CEB, cuja abrangência territorial é de 57.8278km<sup>2</sup>, dividida em 31 regiões administrativas. O suprimento de energia no Distrito Federal é realizado principalmente pela FURNAS, Corumbá IV, Corumbá III e Itaipu. Na tabela 1 podemos verificar o balanço de energia elétrica no DF no ano de 2012.

**Tabela 1:** Balanço energético de energia elétrica- Distrito Federal- 2012. Fonte: Codeplan

BALANÇO	ENERGIA ELÉTRICA (MWh)		
	2012		
Energia recebida	6.972.105		
CEB geração - Corumbá III	344.778		
CEB geração - Corumbá IV	463.128		
CEB geração - Paranoá	124.637		
De Itaipu	1.109.261		
De Furnas	-		
Do Sistema Integrado Nacional - SIN	4.930.301		
Energia recebida	6.972.105		
Carga própria	6.972.105		
Perdas	793.112		
Consumidor livre	513.230		
Consumo total	5.665.762		

Pode-se verificar na tabela 1 também que a energia elétrica do DF provém de hidrelétricas. A seca no ano de 2014, bem como o elevado número de perdas na transmissão de energia elétrica (cerca de 14%), ocasionam diminuição na produção e aproveitamento da energia gerada pelas hidrelétricas. Com isso, a inclusão do Sistema Fotovoltaico Isolado Conectado à Rede no DF diversificaria a Matriz Energética do Distrito Federal, daria maior segurança nos períodos de crise e diminuiria as perdas de energia, uma vez que o sistema é instalado nas residências, eliminando a necessidade de uma linha de transmissão.

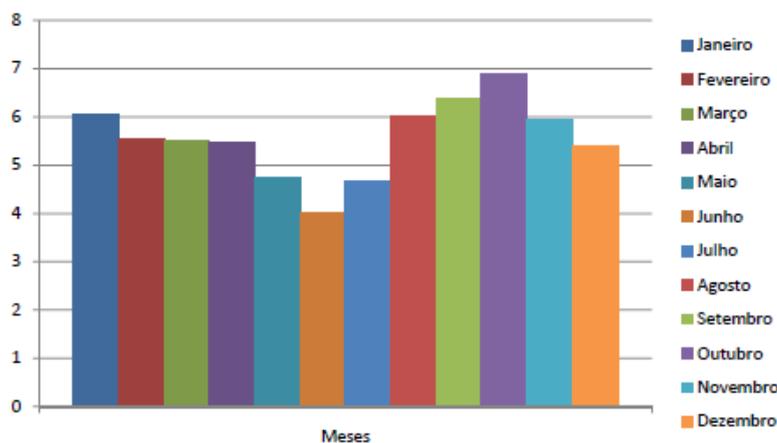
Apesar das vantagens, o sistema apresenta uma barreira econômica por ser um sistema com um custo alto e necessitar de área disponível para a instalação dos painéis,

entretanto, como citado anteriormente, os custos estão cada vez mais baixos para instalações fotovoltaicas.

No distrito Federal já existem algumas unidades consumidoras de energia fotovoltaica com o objetivo de economizar na fatura de energia por meio do Sol. Nestas unidades, o sistema é designado como SFCR- Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Rede, sistema que visa reduzir o consumo da rede pública. O SFCR utiliza um grande número de painéis fotovoltaicos e não armazenam energia, pois injetam para o consumo local e para a rede elétrica através do inversor que faz a interface entre o painel e a rede. [6]

Este sistema apresenta algumas vantagens no contexto do Distrito Federal, pois é uma forma de reduzir os investimentos em transmissão e distribuição, custo de conexão baixo, fator efetiva de carga e a não há necessidade de adquirir terrenos como em usinas além dos fatores ambientais e sociais como geração de empregos.

Por apresentar altos níveis de irradiação solar, no Distrito Federal, o sistema pode apresentar eficiência alta, pois como demonstrado no gráfico da figura 2 o sistema gerador consegue reduzir o consumo da energia elétrica da rede pública, se mantendo alto durante todo o ano, com uma média de 5,7 kWh/m<sup>2</sup>/dia. Além disso, o sistema de concessão de créditos compensa a oscilação entre os meses do ano, pois o mês que mais se produz energia elétrica (outubro) pode suprir os meses com menor produção (junho). [7]



**Figura 2-** Horas de Sol Pleno (HSP) em Brasília (kWh/m<sup>2</sup>/dia). Fonte: Swera

Essas informações mostram como o sistema pode ser favorável para as condições do Distrito Federal, podendo introduzir uma nova forma de geração de energia. Apesar do

sistema fotovoltaico não substituir totalmente outras fontes, pode atrair investimentos para ser implementado como fonte auxiliar, sendo uma forma de gerar economia, sustentabilidade e diminuir boa parte da exigência de demanda energética da rede pública nos dias favoráveis, principalmente nos horários de maior pico de consumo de energia elétrica.

## **2. Metodologia**

O referido estudo baseou-se em revisão bibliográfica, em artigos científicos, relatórios de instituições públicas e privadas, agências reguladoras e dados estatísticos que tratam do assunto.

Foi utilizado o software disponível no website America do sol, da Instituição para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) para a realização das projeções de instalação de um sistema fotovoltaico, considerando a média do consumo de energia elétrica no Distrito Federal e dados coletados do primeiro sistema SFCR do Distrito Federal.

Para esta análise baseou-se no estudo comparativo do custo da energia solar fotovoltaica e fontes convencionais, realizado por Shayani, et al.(2006)

## **3. Análise e Discussão dos Resultados**

### **3.1- Análise do primeiro SFCR existente no Distrito Federal**

O sistema analisado neste estudo foi o sistema fotovoltaico isolado e conectado à rede (SFCR) implementado na primeira residência do Distrito Federal, no Jardim Botânico. Segundo o proprietário, Carlos Eduardo Tiusso, foram instalados 12 módulos, cada um com dimensões de 1,642 m x 0,992 m, cobrindo uma área de cerca de 20 m<sup>2</sup>.

As placas utilizadas foram de silício policristalino, da empresa Sun Earth Solar Power, modelo TBP-156-60-P 235Wp. Essa placa tem eficiência de 14,2%, com garantia de 10 anos de 90% da potência nominal e de 20 anos para potência nominal de 80%. A vida útil da placa é de cerca de 30 anos. Além das placas, o sistema é formado pelo inversor e contador bidirecional, que contabiliza a energia cedida ao sistema público e a energia recebida na residência. <sup>[8]</sup>

Segundo Tiusso, as motivações para a implementação do sistema foram três: econômica, ambiental e eficiência energética.

Do ponto de vista econômico, apesar do investimento de cerca de R\$ 21.000,00, levando em consideração o material utilizado e a mão de obra, estima-se que o *payback time*, tempo necessário para que economia gerada cobrir os custos, é de oito anos, especificamente para esse caso, geralmente esse tempo é entre oito e quinze anos, dependendo da potência do sistema e do tipo de pagamento. <sup>[6]</sup>

No que diz respeito à qualidade ambiental, o sistema fotovoltaico não gera resíduos durante sua operação, porém deve ser levado em consideração os impactos causados durante a fase de produção e no descarte dos módulos. Os pontos positivos de sistemas descentralizados são que estes evitam emissões, comuns em usinas comerciais e evita perdas de energia devido à distribuição. (Tsoutsos et al.,2005).

Do ponto de vista de eficiência energética, pode-se inferir que o sistema fotovoltaico gera uma quantidade maior de energia na faixa de tempo onde a demanda energética é maior, entre as 14 e 16 horas<sup>[6]</sup>

Segundo Tiusso, o sistema implantado gera atualmente cerca de 380kWh de energia elétrica mensalmente e economia de cerca de 70% por mês na conta de energia elétrica, atendendo as expectativas e se destacando como um investimento viável à longo prazo.

### **3.2- Estudo da viabilidade econômica no Distrito Federal**

Em 2014, observou-se os resultados positivos no que tange a expansão do uso e comercialização da energia solar. Esse resultado é fruto dos esforços oriundos da política energética implementados no país a partir dos anos 2000.

Essa situação não é diferente para o caso do Distrito Federal. Diante dessa realidade, foi realizada uma simulação para verificar as características econômicas e a necessidade energética do Distrito Federal para a implementação de sistemas fotovoltaicos com as condições atuais e uma análise de custos e produção do primeiro sistema residencial conectado à rede em Brasília.

#### **3.2.1- Simulação de sistema fotovoltaico no Distrito Federal**

Através de uma simulação realizada pelo simulador solar do Instituto Ideal, foi feito uma análise para verificar a produtividade de energia elétrica em um sistema fotovoltaico no

Distrito Federal. Nesta análise utilizou-se a cidade de Brasília como referência no simulador solar, também utilizou-se a média de consumo mensal de energia elétrica residencial do DF divulgado pelo Anuário Estatístico de energia elétrica da EPE do ano de 2012, que é em torno de 219,2 KWh. Para a simulação, adotou-se a média de consumo mensal do Distrito Federal para todo o ano.

Vale ressaltar que os dados e cálculos representados pelo simulador são preliminares, e o simulador está programado para simular geradores de até 1 MWp de potência, visto que este é o limite estabelecido pela resolução normativa 482/12 da ANEEL.

Com base nos dados fornecidos ao simulador, obteve-se dados representados na tabela 2. Com esses dados, podemos verificar que, de acordo com a irradiação solar de Brasília e os dados de consumo fornecidos no sistema de capacidade de 900 Wp atenderia a necessidade energética do Distrito Federal. Este sistema proposto pelo simulador solar geraria em média 1,26 MWh/ ano, além de evitar a emissão de 368 Kg de dióxido de carbono.

**Tabela 2:** Simulação de um sistema fotovoltaico no Distrito Federal. Fonte: América do sol

### **Sistema Fotovoltaico**

Capacidade do seu sistema (Potência)	900 Wp
Área ocupada pelo seu sistema*	de 6 a 8 m <sup>2</sup>
Inclinação aproximada dos módulos	16°
Radiação sobre os módulos	13.026 kWh
Rendimento anual	1.398 kWh/kWp
Emissões de CO <sub>2</sub> evitadas	368 kg/a

*\*Considerando a utilização de módulos de silício policristalino*

Para a simulação do sistema energético deve-se levar em conta que existe um custo de disponibilidade, na qual a fatura de energia nunca seria igual a zero, pois a concessionária oferece a infraestrutura para que a energia chegue até o consumidor. Devido a esses custos, fixou-se que os consumidores devem pagar o valor equivalente à 100 KWh mensais. A partir da tabela 3, é possível notar que a eletricidade gerada pelo sistema fotovoltaico equivale a 47,88% da eletricidade consumida durante o ano.

**Tabela 3:** Consumo elétrico mensal e fornecimento pelo sistema FV e rede pública. Fonte: América do Sol

Mês	Eletricidade total consumida	Eletricidade gerada pelo sistema FV	Eletricidade fornecida pela rede
Janeiro	219,00 kWh	100,96 kWh	118,04 kWh
Fevereiro	219,00 kWh	96,01 kWh	122,99 kWh
Março	219,00 kWh	106,09 kWh	112,91 kWh
Abril	219,00 kWh	103,37 kWh	115,63 kWh
Mai	219,00 kWh	101,14 kWh	117,86 kWh
Junho	219,00 kWh	98,94 kWh	120,06 kWh
Julho	219,00 kWh	105,35 kWh	113,65 kWh
Agosto	219,00 kWh	114,88 kWh	104,12 kWh
Setembro	219,00 kWh	115,61 kWh	103,39 kWh
Outubro	219,00 kWh	116,16 kWh	102,84 kWh
Novembro	219,00 kWh	102,49 kWh	116,51 kWh
Dezembro	219,00 kWh	97,29 kWh	121,71 kWh
<b>Total</b>	<b>2.628,00 kWh</b>	<b>1.258,29 kWh</b>	<b>1.369,71 kWh</b>

### **3.2.2- Análise e Discussão do custo de energia elétrica solar fotovoltaica: Estudo de caso da primeira resistência com sistema SFRC no Distrito Federal**

Para o estudo de caso da primeira residência com sistema SFRC do Distrito Federal foram analisados os dados fornecidos pelo proprietário deste sistema, Carlos Eduardo Tiusso. Segundo Tiusso, o sistema é composto por 12 placas da empresa Sun Earth Solar Power, modelo TBP-156-60-P 235Wp, com potência de 2,82 KWp e cobrem uma área de cerca de 20 m<sup>2</sup>. As placas fotovoltaicas possuem vida útil em torno de 30 anos e eficiência média de desempenho de 80%.

O custo do sistema, incluindo materiais e mão de obra, foi em torno de R\$ 21.000,00. Segundo previsão das empresas de consultoria especializadas em energia (Thymos e PSR) contratadas por Tiusso e levando em consideração os próximos reajustes das tarifas, o tempo de retorno do investimento é de 8 anos.

Para este estudo de caso baseou-se no estudo comparativo do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais realizado por Rafael Amaral Shayani, et al, no ano de 2006 no qual é analisado o custo da implantação da geração solar em comparação às demais fontes de energia convencionais e o custo de energia gerada durante a vida útil do sistema.<sup>[9]</sup>

Neste estudo, Shayani já previa que com a redução dos custos dos sistemas fotovoltaicos, valorização de fatores ambientais e sociais, os sistemas se tornariam economicamente mais viáveis. Shayani calculou o preço da energia produzida (MWh), levando em conta os custos de implantação e a energia produzida durante a vida útil do

sistema, depois comparou com o a tarifa de energia convencional. Como resultado, Shayani concluiu que o preço da energia gerada pelo sistema fotovoltaico era cerca de três vezes maior que a tarifa da energia convencional e ainda previu que com a inclusão de políticas de incentivo fiscal, esse preço poderia ser reduzido para 2,5 vezes o preço da energia convencional. <sup>[9]</sup>

Tomando como base esse estudo, e os dados fornecidos pelo proprietário da residência, foi possível estimar o custo por MWh da energia elétrica produzida pelo primeiro SFCR residencial do Distrito Federal. Os dados utilizados para o cálculo da quantidade de energia produzida durante a vida útil do sistema foram :

- Potência das placas utilizadas : 2,82 KWp
- Média do DF de Horas de Sol Pleno (HSP) (kWh/m<sup>2</sup>/dia): 5,7
- Desempenho médio das placas fotovoltaicas: 80%
- Vida útil das placas fotovoltaicas: 25 anos

Energia gerada: 2,82 KW x 5,7 h x 0,8 x 365 dias x 25 anos = 117,3 MWh

- Custo do sistema fotovoltaico: R\$ 21.000,00 + R\$ 5250,00 (manutenção)

Custo da energia solar fotovoltaica:  $\frac{26250,0 \text{ R\$}}{117,3 \text{ MWh}} = 223,78 \text{ R\$/ MWh}$

Através de dados oferecidos pela CEB-Dis, verifica-se que a tarifa média convencional de consumidores da classe B1- Residencial acima de 500 KWh, faixa de consumo do Tiusso, foi R\$ 0,375/ KWh, ou seja, R\$ 375/ KWh.

Comparando o custo da energia solar conectada à rede para o caso de Tiusso, e a tarifa de energia convencional, verifica-se que o preço por KWh da energia gerada convencional foi da ordem 1,68 vezes o valor da energia produzida pelo SFCR. Porém, não foram contabilizados os impostos para o sistema SFRC.

Deve-se ressaltar que esse valor foi calculado foi apenas para comparação, utilizando valores médios de Horas de Sol Pleno, valores estes que podem variar e dados fornecidos pelo proprietário do sistema. Outros pontos que não foram contabilizados são os impostos, revisões tarifárias futuras e as perdas devido à diminuição do desempenho das placas solares com o passar dos anos.

Outro fator que contribuiu para essa diferença foi que a tarifa de energia elétrica do Distrito Federal é uma das maiores do país e que o período em que foi contabilizado, foi um período de seca, contribuindo para o aumento do preço. Com esse resultado obtido, mesmo

não sendo um dado preciso, a energia fotovoltaica no DF necessita de incentivos do governo, pois os custos de implementação do Sistema são altos e inacessíveis para a maioria dos moradores no Distrito Federal, cuja renda Per Capita é de R\$ 1367,90, segundo dados da Codeplan do ano de 2010.

Outro fator que dever ser considerado é que a vida útil dos inversores é de cerca de dez anos, devendo ser trocado após esse período. Não foi fornecido durante a pesquisa se o custo com a troca dos inversores está contabilizado nos custos de manutenção de R\$ 210,00 ao ano.

Outro ponto que deve ser analisado é o valor total do sistema, de R\$ 21.000,00, fornecido por Tiusso foi apenas o custo dos materiais e mão de obra, valor este que aumentaria para o consumidor final, incluindo lucro da empresa contratada para a prestação do serviço. Este valor, menor que o disponível para os produtores individuais contribuiu bastante para a diminuição do custo de energia fotovoltaica no cálculo realizado.

Olhando por outra análise, diferente da realizada por Shayani, verifica-se que o valor calculado foi bastante inferior e que o sistema de Tiusso apresenta uma alto custo benefício e alto nível de eficiência energética.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) realizou um estudo que tinha como principal objetivo comparar o custo da energia fotovoltaica gerada por um sistema conectado a rede com as tarifas residenciais convencionais. O sistema utilizado para o estudo apresentava 540 Wp e gerava em média 81KWh/mês, com vida útil média de 20 anos. O custo encontrado para a energia elétrica gerada pelo sistema foi de R\$ 0,622/kWh.

Este valor encontra-se acima das tarifas residenciais convencionais, porém, mostraram-se mais próximas do que as tarifas obtidas em estudos anteriores, mostrando que os custos da energia fotovoltaica estão ficando cada vez mais competitivos e acessíveis.<sup>[10]</sup>

O estudo do IPEA destaca que o kit utilizado no estudo apresenta uma produção pequena de energia elétrica, menor que a média de consumo brasileiro, deste modo, para atender a demanda seria necessário a instalação de mais de um kit por residência, porém, haveria ganhos maiores para sistemas de maior escala. Esta observação foi comprovada pelos cálculos aqui realizados, onde o preço da energia fotovoltaica foi menor, utilizando um sistema de 2,82 kWp.<sup>[10]</sup>

Os sistemas conectados à rede oferecem algumas vantagens em relação à energia produzida em usinas hidrelétricas devido à exclusão da necessidade de linha de transmissão, evitando perdas durante a distribuição. Outra vantagem é a diversificação da matriz energética, dependente de usinas hidrelétricas, gerando uma maior segurança do fornecimento

de energia elétrica em horários de pico e períodos de seca, além de reduzir poluentes e custos no caso de necessidade de uso de outras fontes emergenciais, como as termoeletricas.

Observa-se também, que os custos de geração de energia fotovoltaicas têm diminuído, com o desenvolvimento e difusão da tecnologia no país e que as perspectivas para o futuro são promissoras, com previsões de redução nos custos, graças a incentivos do governo e de instituições referências em sistemas de energia fotovoltaica e o início da produção nacional de equipamentos. Outro fator que incentiva a produção de energia elétrica fotovoltaica é a perspectiva de aumento das tarifas convencionais.

#### **4. Conclusão**

Através deste estudo foi possível perceber que a energia produzida através de painéis fotovoltaicos apresenta um grande potencial para fornecer energia elétrica como fonte complementar no Distrito Federal e Brasil. Esta mostra-se como uma fonte limpa de energia, com poucos impactos ambientais e zero emissão de gases de efeito estufa durante a fase de operação.

Observou-se também que o primeiro Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede de Brasília, de acordo com os dados fornecidos pelo proprietário do sistema, apresenta números expressivos em relação à eficiência energética e ao custo para a produção ao longo de sua vida útil, apresentando um valor menor em comparação à tarifa residencial convencional da Companhia Energética de Brasília (CEB-DIS).

Este sistema apresentou-se como um bom investimento à longo prazo, porém, ainda não é acessível à grande maioria da população do Distrito Federal, uma vez que os custos de implementação são muito altos, porém, como dito anteriormente, este sistema poderá se tornar economicamente viável para o Distrito Federal e diminuir a dependência das hidrelétricas.

#### **5. Referências Bibliográficas**

[1] Sales, Cláudio J. D. **Qual a Matriz Energética ideal para o Brasil?** Revista Greenpeace. Instituto acende Brasil. Outubro de 2014.

[2] Fuchs, Paulo Gustavo; Esposito, Alexandre Siciliano. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil.** Revista do BNDES 40. Dezembro de 2013.

- [3] Benedito, Ricardo da Silva. **Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório.** Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2009. 108p.
- [4] COGEN (Associação da Indústria de Cogeração de Energia). **Inserção da Energia Solar no Brasil.** GT COGEN SOLAR. Relatório final, Maio de 2012.
- [5] Villalva, Marcelo Gradella, Juarez; Gazoli, Jonas Rafael. **Energia Solar Fotovoltaica.** Revista O Setor Elétrico- Energia Solar Fotovoltaica. 2013.
- [6] Palestra Carlos Tiusso, sócio diretor da empresa Voltaica. **Voltaica energia solar.** Brasília, DF, 11 de junho de 2014.
- [7] Swera. **Data Sets Used in SWERA.** Disponível em: [en.openei.org/wiki/SWERA/Data](http://en.openei.org/wiki/SWERA/Data). Acesso em Dezembro de 2014.
- [8] Especificações técnicas, **Placa solar Sun Earth Solar Power**, modelo TBP-156-60-P 235Wp. Disponível em: <http://www.sun-earth.de/en/modules.html>.
- [9] Shayani, Rafael Amaral; Oliveira, Marco Aurélio Gonçalves de; Camargo, Ivan Marques de Toledo. **Comparação do custo entre Energia Solar Fotovoltaica e Fontes Convencionais.** V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético. Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Brasília, DF. Junho de 2006.
- [10] Cabello, Andrea Felipe; Pompermayer, Fabiano Mezadre. **Energia Fotovoltaica ligada à Rede Elétrica: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, fevereiro de 2013. 45 p.
- [11] Instituto IDEAL. **Relatório de resultados do simulador solar.** Criado em janeiro de 2015. Disponível em: [www.americadosol.org/simulador](http://www.americadosol.org/simulador).
- [12] Codeplan (Companhia de Planejamento do Distrito federal). **População e renda per capita (mensal) das Regiões Administrativas do Distrito Federal e dos municípios de sua Área Metropolitana.** Brasília, DF.
- [13] Jannuzzi, Gilberto de Martino. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica no Brasil: Panorama da Atual Legislação.** International Energy Initiative. Campina, São Paulo. Outubro de 2009.
- [14] Miranda, Raul FC; Szklo, Alexandre e Schaeffer, Roberto. **Technical-economic potential of PV systems on Brazilian rooftops.** Renewable Energy, Elsevier. Publicado em 7 de Novembro de 2014.