

AValiação DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA COOPERATIVA PIAUIENSE NO ÂMBITO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Paulo César Da Silva Júnior (UFPI) - pcesar.jr@outlook.com

Albemerg Moura de Moraes (UFPI) - albemerg@ufpi.edu.br

Joilson José Costa (FNPE) - joilson.costa@yahoo.com.br

Marcos Antonio Tavares Lira (UFPI) - marcoslira@ufpi.edu.br

Resumo:

O projeto social “Construindo cidadania a partir de implantação de tecnologias sociais que minimizem os efeitos negativos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro” implantou cinco Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR), e um Sistema Fotovoltaico de Bombeamento de Água (SFB) em associações e cooperativas da agricultura familiar em comunidades rurais de três municípios do Piauí. Esse projeto foi executado pela Cáritas Brasileira e pela Frente por uma Nova Política Energética para o Brasil financiado com recursos da Agência Católica para o Desenvolvimento no Exterior (CAFOD). Este trabalho pretende fazer uma avaliação técnico-econômica do sistema instalado na Cooperativa Fruto Daqui em José de Freitas - PI, único SFCR conectado à internet, o que permite o monitoramento online dos inversores. Os resultados demonstram que o sistema apresenta viabilidade técnica, pois apresentaram boa geração nos seus primeiros meses de produção, gerando a energia para qual foi dimensionado e abatendo parte da conta da energia da cooperativa. O sistema em estudo apresentou também viabilidade econômica, com a previsão de recuperação do investimento em 5 anos. Além de ser um projeto com consciência ambiental, que estimula a instalação de fontes renováveis de energia, proporcionando a diminuição das emissões de CO2 na atmosfera. O projeto também proporcionou à cooperativa uma capacitação sobre energias renováveis, dessa forma tornando-a mais esclarecida sobre o desenvolvimento sustentável e também preparada para utilizar o sistema sem o auxílio das entidades que promoveram o projeto.

Palavras-chave: *Energia Solar Fotovoltaica, Monitoramento, Avaliação Técnica-econômica.*

Área temática: *Mercado, economia, política e aspectos sociais*

Subárea temática: *Impactos sociais, econômicos e ambientais de energias renováveis*

AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA COOPERATIVA PIAUIENSE NO ÂMBITO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Paulo César da Silva Júnior – pcesar.jr@outlook.com

Joilson José Costa – joilson.costa@yahoo.com.br

Albemerc Moura de Moraes – albemerc@ufpi.edu.br

Marcos Antônio Tavares Lira – marcoslira@ufpi.edu.br

Universidade Federal do Piauí, Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Energia Solar (GIPES)

Resumo. *O projeto social “Construindo cidadania a partir de implantação de tecnologias sociais que minimizem os efeitos negativos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro” implantou cinco Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFCR), e um Sistema Fotovoltaico de Bombeamento de Água (SFB) em associações e cooperativas da agricultura familiar em comunidades rurais de três municípios do Piauí. Esse projeto foi executado pela Cáritas Brasileira e pela Frente por uma Nova Política Energética para o Brasil financiado com recursos da Agência Católica para o Desenvolvimento no Exterior (CAFOD). Este trabalho pretende fazer uma avaliação técnico-econômica do sistema instalado na Cooperativa Fruto Daqui em José de Freitas - PI, único SFCR conectado à internet, o que permite o monitoramento online dos inversores. Os resultados demonstram que o sistema apresenta viabilidade técnica, pois apresentaram boa geração nos seus primeiros meses de produção, gerando a energia para qual foi dimensionado e abatendo parte da conta da energia da cooperativa. O sistema em estudo apresentou também viabilidade econômica, com a previsão de recuperação do investimento em 5 anos. Além de ser um projeto com consciência ambiental, que estimula a instalação de fontes renováveis de energia, proporcionando a diminuição das emissões de CO₂ na atmosfera. O projeto também proporcionou à cooperativa uma capacitação sobre energias renováveis, dessa forma tornando-a mais esclarecida sobre o desenvolvimento sustentável e também preparada para utilizar o sistema sem o auxílio das entidades que promoveram o projeto.*

Palavras-chave: *Energia Solar Fotovoltaica, Monitoramento, Avaliação Técnica-econômica.*

1. INTRODUÇÃO

Observando a atual matriz elétrica brasileira, vemos que ela é composta principalmente por usinas hidroelétricas e térmicas, nota-se a carência de uma diversificação na produção de energia elétrica. Devido aos impactos ambientais gerados pelas principais fontes geração de energia no Brasil, surgiu a necessidade em se investir em energias renováveis como, eólica e solar. As fontes renováveis não produzem gases de efeito estufa que contribua para o aquecimento global.

Com a evolução das tecnologias houve uma maior acessibilidade à utilização de recursos renováveis para a geração de energia elétrica. Contudo, as barreiras socioeconômicas ainda são um forte obstáculo, dificultando as instalações de tais sistemas, tanto pela falta de investimentos governamentais, quanto pelos seus altos custos iniciais. Com o objetivo de consolidar a inserção de energia alternativas no Brasil estabeleceu-se em 2012, de acordo com a resolução normativa da ANEEL nº 482/2012, a permissão ao consumidor brasileiro de gerar energia elétrica para consumo próprio a partir de fontes renováveis conectadas à rede. Além disso, este consumidor poderá fornecer o excedente da produção à rede de distribuição, favorecendo-se do sistema de “compensação” que é utilizado para reduzir os custos do consumo elétrico medido pela concessionária (ANEEL,2012). Essa medida impulsionou o crescimento do mercado de energia solar fotovoltaica no país. Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em dezembro de 2019 o Brasil apresenta 144.745 SFCR homologados, totalizando aproximadamente 1,83 MWp de potência instalada, sendo que 1.767 (24,1 MWp) estão implantados no Piauí (ANEEL,2019).

Dessa forma, o projeto “Construindo cidadania a partir de implantação de tecnologias sociais que minimizem os efeitos negativos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro” busca fortalecer o desenvolvimento comunitário por meio do financiamento de projetos com base nas necessidades, práticas e culturas locais, priorizando os empreendimentos auto gerenciáveis e ambientalmente sustentáveis. No município de Floriano, na comunidade Morro do Tiro e Tabocas em cada uma foram instalados um sistema de 1,32 kWp, na comunidade Gabriel Kalume um sistema de bombeamento solar fotovoltaico de 765 Wp, e na comunidade rural de Bom Sucesso um sistema de 4,62 kWp. No município de Nazária o kit de energia solar de 1,32 kWp foi instalado em março, no Assentamento Passagem Santo Antônio. Em José de Freitas o projeto beneficiou a Cooperativa Agroindustrial De Frutas Da Agricultura Familiar (Fruto Daqui) com um sistema de 9,9 kWp. O trabalho pretende fazer uma avaliação técnico-econômica do SFV da Cooperativa Fruto Daqui, utilizando o monitoramento online dos inversores, com o intuito de levantar os benefícios que o SFV trouxe para a cooperativa. A cooperativa é uma ação de economia solidária que proporciona o benefício de frutos tropicais e os produtos da agricultura familiar típicos no município de José de Freitas – PI (Território entre Rios). E partir desse trabalho a cooperativa busca fortalecer as organizações comunitárias e incentivar a agricultura familiar promovendo a comercialização dos produtos, gerando renda e trabalho para os envolvidos do projeto.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho foi usado metodologia de comparação de dados avaliados com resultados existentes, complementando-se por uma análise econômica dos sistemas, somado as visitas nas comunidades para registro fotográfico e verificação de funcionamento. Os sistemas foram instalados por uma empresa especializada entre fevereiro e março de 2019, entretanto devido à pouca infraestrutura das comunidades que foram beneficiadas pelo projeto, que não possuem rede de internet, somente o sistema conectado à rede da Cooperativa Fruto Daqui está com o monitoramento via internet ativo a partir do mês de junho de 2019. Devido a isso o foco da análise será esse sistema com dados obtidos a partir do mês de junho de 2019. O resumo dos sistemas instalados pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 – Resumo dos sistemas fotovoltaicos instalados.

LOCAL	MUNICÍPIO	POTÊNCIA	APLICAÇÃO	CUSTO POR kWp
Assentamento Bom Sucesso	Florianópolis	4,62 kWp	SFCR	R\$ 7.121,21
Comunidade Gabriel Kalume	Florianópolis	0,765 kWp	SFB	R\$ 15.471,70
Comunidade Morro do Tiro	Florianópolis	1,32 kWp	SFCR	R\$ 11.742,42
Comunidade Tabocas	Florianópolis	1,32 kWp	SFCR	R\$ 11.742,42
Cooperativa Fruto Daqui	José de Freitas	9,9 kWp	SFCR	R\$ 5.333,33
Assen. St. Antônio	Nazária	1,32 kWp	SFCR	R\$ 13.621,21

Na Cooperativa Fruto Daqui o SFCR é composto por 30 módulos de 330Wp instalados do modelo Risen RSM72-6-330P, certificado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) como classe A em eficiência energética. Suas características principais estão descritas na tabela 2.

Tabela 2 - Especificações técnicas do módulo Risen RSM72-6-330P.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Máxima Potência	330 W
Tensão Operacional Ideal	38,1 V
Corrente Operacional Ideal	8,7 A
Tensão de Circuito Aberto	46,3 V
Corrente de Curto-Circuito	9,25 A
Eficiência do Módulo	17,1%
Temperatura Operacional	-40 °C a +85 °C

Foram instalados na cooperativa dois inversores da marca RENOVIGI, modelo RENO-5K-PLUS e SF3KTN. As especificações técnicas dos inversores encontram-se na tabela 3. O sistema fotovoltaico é composto por dois arranjos e três strings¹. O arranjo 1 possui 10 módulos, e é constituído de uma string, conectada no inversor de 3kW. No arranjo 2 tem-se 20 módulos, composto de duas strings de 10 módulos cada uma conectadas no inversor de 5 kW, totalizando assim no total 9,9 kWp. Para a conexão das strings aos inversores são utilizadas string-box, responsáveis por proteger o circuito, o diagrama unifilar é apresentado na Fig.1.

Tabela 3 - Especificações técnicas dos Inversores Renovigi.

CARACTERÍSTICA	RENO-5K-PLUS	SF3KTN
Potência Nominal de Saída	5000 W	3000 W
Número de MPPT	2	1
Faixa de Tensão MPPT	90 V – 520 V	100 V – 550 V
Corrente Máx. de Entrada da MPPT	11 A	11 A
Tensão Alternada de Saída	220/230 V	220/230/240 V
Corrente Alternada Max. de Saída	22,7 A	14,5 A
Fator de Potência	0.8	0.8

¹ Designação conferida a um conjunto de módulos ligados em série.

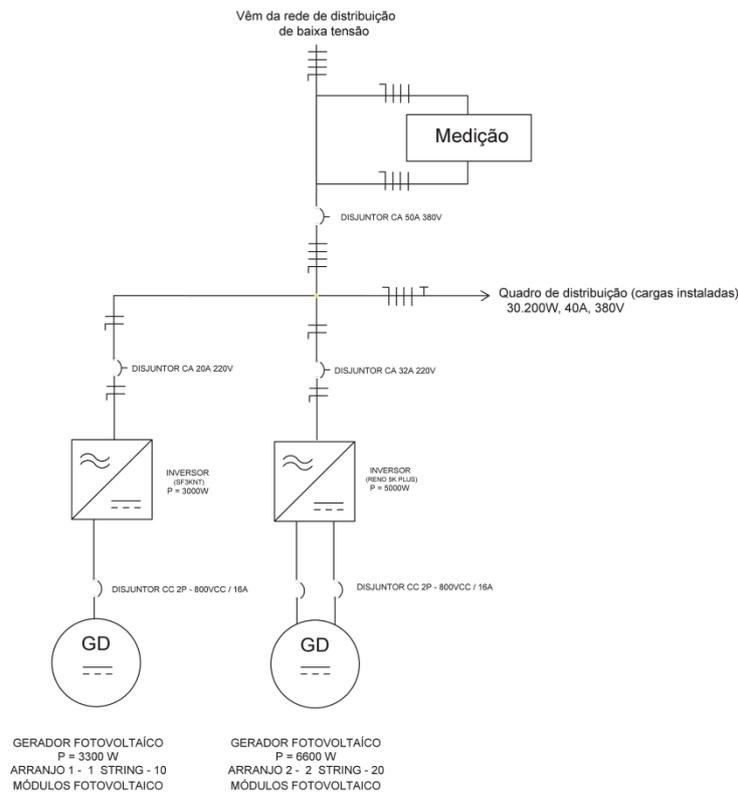


Figura 1 – Diagrama Unifilar do SFCR implantado na Cooperativa Fruto Daqui.

2.1 Monitoramento da geração do SFV instalado na Cooperativa Fruto Daqui

A fabricante dos inversores (RENOVIGI) disponibiliza aos seus clientes um sistema de monitoramento via internet em tempo real, que apresenta a geração de energia elétrica em kWh realizada pelos módulos fotovoltaicos de maneira diária e semanal. Para a avaliação da capacidade de geração dos módulos foram recolhidos estes dados e dispostos em forma de gráfico, separados por dia e mês, com o objetivo de comparar essas médias com os valores da irradiância solar local para verificar se há correlação entre os dados. Para atingir o objetivo de comparar sua produção com relação aos índices de insolação local, foram coletados dados de irradiação solar para o local de instalação através de consulta ao banco de dados do software PVsyst que reúne dados de irradiação solar de todas as cidades do mundo. Além de também levantar o quanto a geração mensal equivale em redução de gás carbônico na atmosfera a partir da utilização de uma fonte de energia limpa. A plataforma de monitoramento utilizado pode ser visto na Fig. 2.



Figura 2 - Plataforma de Monitoramento do Sistema Fruto Daqui.

A plataforma de monitoramento online pode ser acessada de qualquer computador ou smartphone com acesso a internet, e para o devido funcionamento os inversores também devem estar corretamente conectados a rede de internet local. As instruções para a conexão do inversor com a internet está descrita no manual do fabricante. A plataforma como mostra a Fig. 2, exibe os dados de geração por dia e semana, além de mostrar o total gerado pelo inversor a partir da entrada em operação e o quanto essa geração representa em árvores que deixam de ser desmatadas e de gás carbônico que deixa de ser lançado na atmosfera, além do retorno financeiro. Foi possível obter os dados de geração de junho a novembro de 2019.

2.2 Avaliação da viabilidade econômica do sistema fotovoltaico instalado

A viabilidade econômica de um SFV participante do Sistema de Compensação de Energia Elétrica depende da sua capacidade de gerar economia mensal nos gastos com a fatura de energia elétrica. Assim, para se fazer uma comparação entre as alternativas de investimento é preciso uma análise considerando as alterações das taxas ao longo do tempo, dessa forma os critérios de avaliação econômica a serem utilizados devem considerar essas atualizações no decorrer do tempo (MOREIRA *et al*, 2018). Neste trabalho, para a verificação de viabilidade econômica será utilizado o Valor Presente Líquido (VPL) e o Payback Descontado (PD). Para o cálculo desses índices foi levado em consideração o reajuste médio da tarifa de energia elétrica no estado do Piauí e como taxa de desconto a inflação média, no período dos oito últimos anos.

A análise pelo método VPL tem como finalidade calcular o impacto dos eventos futuros associados ao investimento. Dessa forma é possível ver se o investimento vale mais do que custa para os financiadores (MOREIRA *et al*, 2018). A Eq. 1 mostra a expressão que define o VPL, onde quando o $VPL > 0$ significa que o projeto trouxe algum retorno financeiro.

$$VLP = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t} \quad (1)$$

Onde:

I (R\$) - Investimento Inicial;

k - Custo de capital;

FC_t (R\$) - Fluxo de caixa no t-ésimo período;

O Payback Descontado (PD) tem como objetivo descobrir o tempo de recuperação de um investimento. O resultado mostra a quantidade de anos que vai demorar até que o valor presente líquido (VPL) previstos se iguale ao investimento inicial. A Eq. 2 mostra a expressão que define o PD. Sendo I (R\$) - Investimento Inicial; k - Custo de capital; FC_t (R\$) - Fluxo de caixa no t-ésimo período.

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+i)^t} = \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{FC_T}{(1+k)^T} \quad (2)$$

2.3 Emissões de Dióxido de Carbono

Para o cálculo da redução de emissões de CO_2 decorrentes da geração de energia elétrica foram utilizados a média dos últimos 10 anos dos fatores de emissão (tCO_2/MWh) do Sistema Interligado Nacional (SIN), disponibilizados pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTIC), ver Fig. 3.

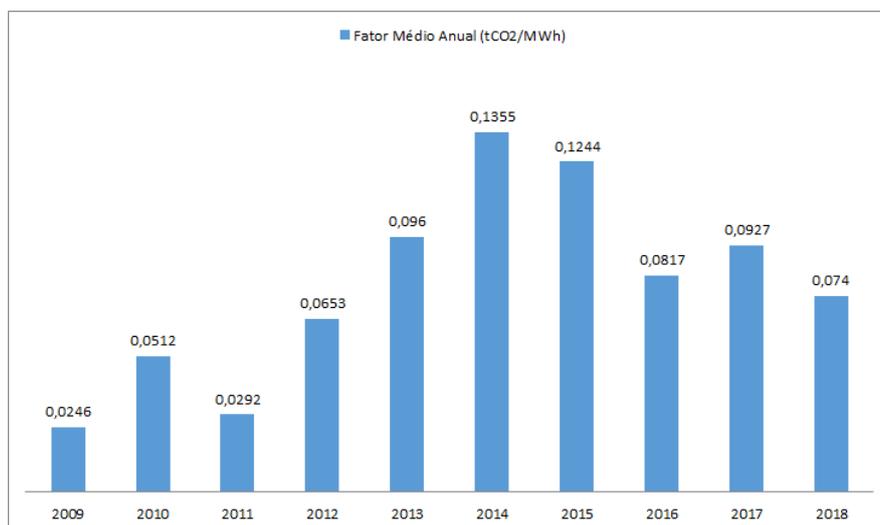


Figura 3 - Fator Médio Anual (tCO_2/MWh)

Segundo Sanquetta *et al.* (2005), sendo ECO_{2e} a emissão anual (tCO_2), C o consumo de energia elétrica ($MWh.ano^{-1}$) e F_e o fator de emissão ($tCO_{2e}.MWh^{-1}$), se calcula a emissões em CO_{2e} utilizando a Eq. 3.

$$ECO_2 = C * F_e \quad (3)$$

2.4 Visita Técnicas de Acompanhamento

Ocorreram em todas as comunidades visitas técnicas com a participação de representantes da Cáritas Regional, Caritas Brasileira, Frente Por Uma Nova Política Energética, Empresa especializada responsável pela instalação dos sistemas, Universidade Federal do Piauí (UFPI) e os cooperados locais. Essas visitas tinham como objetivo fazer inspeções nos sistemas instalados e verificar o seu funcionamento, principalmente nos locais onde o monitoramento via web não é disponível. Durante as visitas eram feitas reuniões com os cooperados para explicar detalhes do Projeto. Em seguida, foi realizado um treinamento pela empresa instaladora dos equipamentos com os beneficiários do projeto, para explicar sobre o sistema e tirar dúvidas da comunidade.

O treinamento abordou operações para o correto manuseio do sistema e como ele deve reduzir a fatura de energia. Os participantes do treinamento foram ensinados a ligar e desligar o sistema, fazer a conexão do sistema com a internet e a fazer a limpeza periódica dos módulos. As principais dúvidas levantadas foram sobre como o sistema vai reduzir a conta da energia. Todas as dúvidas foram devidamente respondidas pela a equipe técnica da empresa que implantou os sistemas, juntamente com os representantes da UFPI e da Frente por uma Nova Política Energética.

3. RESULTADOS

A Fig. 4 mostra a variação da irradiação solar na cidade de José de Freitas no período de um ano. Esses dados foram obtidos a partir do software PVsyst. A partir dos valores obtêm-se uma média anual de $177,04 \text{ kWh/m}^2.\text{mês}$, destacando-se o meses de agosto a dezembro que apresenta valores de irradiação solar sempre acima da média anual.

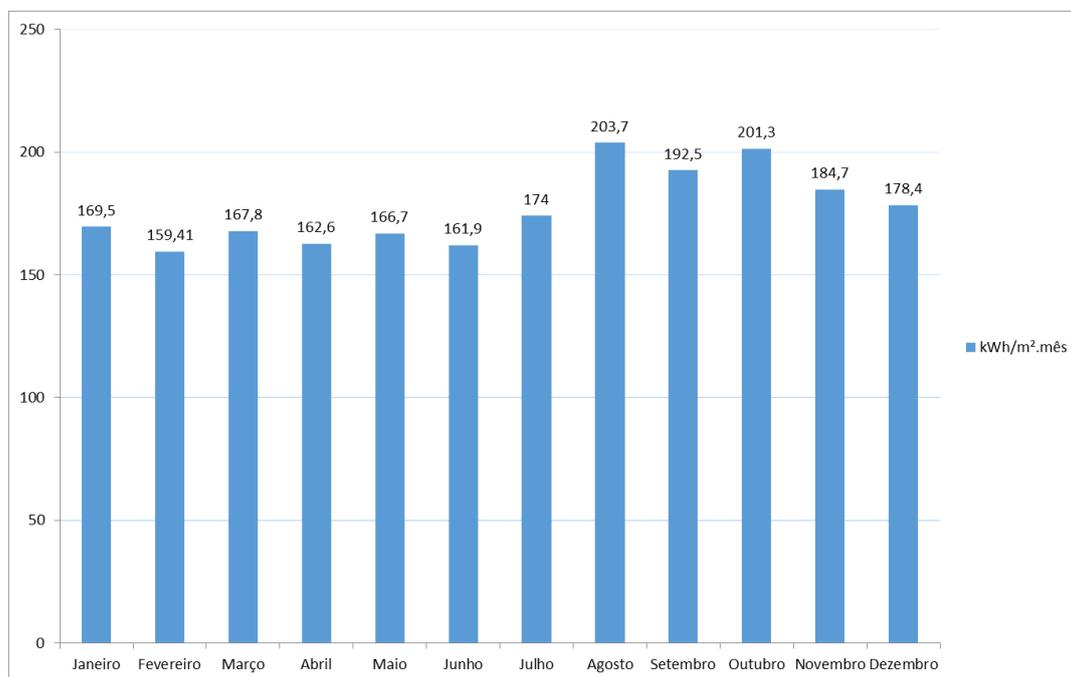


Figura 4 - Valores de irradiação solar em José de Freitas - PI. (PVSyst, 2019)

De acordo Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017) a cidade de José de Freitas se situa na região do estado do Piauí que se destaca por bons valores médios anuais de irradiação solar global horizontal, situado entre $5,500$ e $5,750 \text{ kWh/m}^2/\text{dia}$ (PEREIRA *et al.*, 2017). Analisando os valores de irradiação solar descritos na Fig. 4 pode-se concluir que a cidade de José de Freitas - PI possui boas condições para a geração de energia solar fotovoltaica, isso devido ao estado do Piauí estar localizado próximo ao Equador e ter poucas chuvas, o que o torna uma região privilegiada de irradiação solar. A geração do sistema de junho/19 a novembro/19 pode ser observado na Fig. 5, destacando-se os meses de agosto a novembro, todos com geração acima de 1.300 kWh .

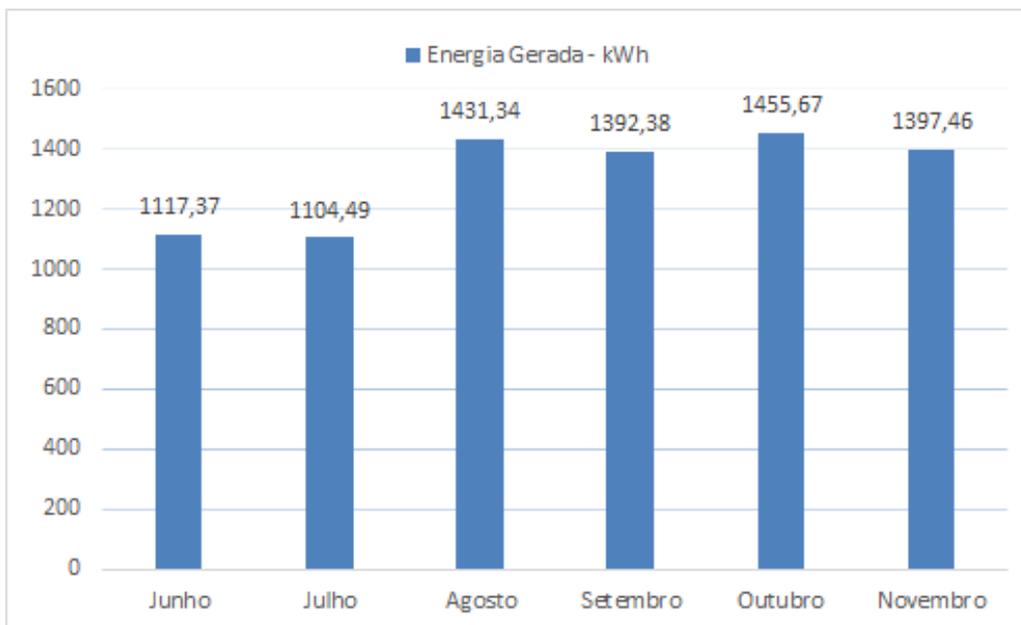


Figura 5 - Energia produzida pelo SFVR da cooperativa Frutos Daqui.

Logo, se fizermos uma correlação entre os valores da irradiância solar local e a geração do SFVR nos meses de junho a novembro verificamos, como esperado, que a curva de irradiação solar local acompanha a curva de geração do SFVR, essa relação poder observada na Fig. 6.

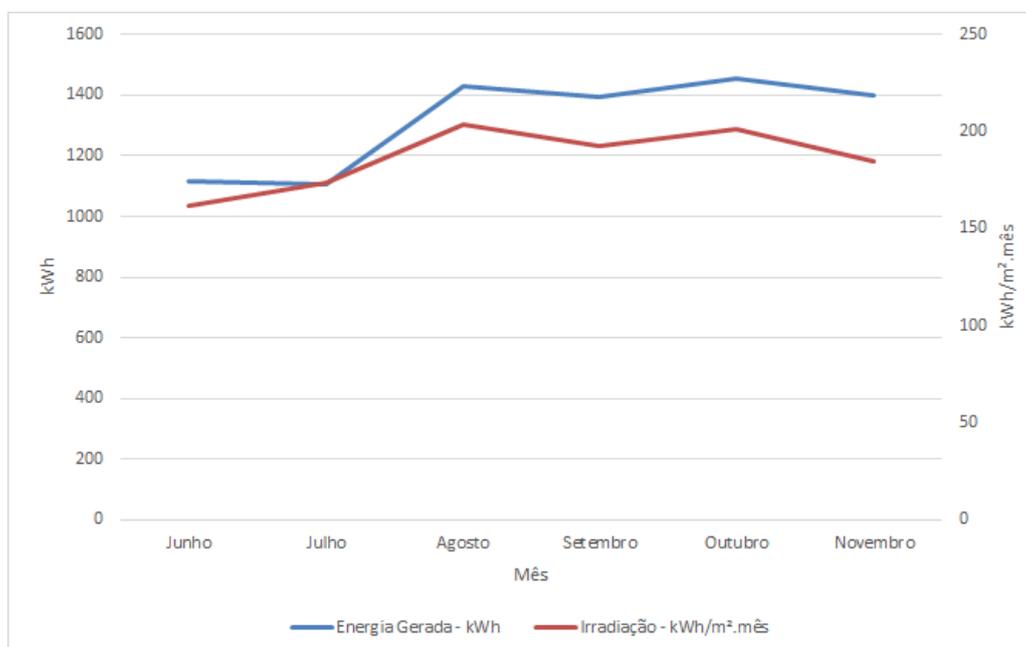


Figura 6 - Correlação entre Irradiação Solar Local e a Geração do SFVR.

A energia mensal consumida da rede pode ser obtida através das faturas de energia fornecidas pela distribuidora da região. Esses dados somados a produção do SFVR entre os dias de faturamento equivale ao consumo total da cooperativa no mês, os valores podem ser vistos na Tab. 4. A partir da tabela podemos gerar o gráfico da Fig. 7, em que se pode notar que o consumo da cooperativa é sempre maior do que a geração.

A principal razão para isso é que devido a limitações financeiras do projeto o sistema instalado foi dimensionado para suprir apenas cerca de 20% do consumo mensal da cooperativa. Portanto, a cooperativa sempre irá operar com a demanda de energia superior a energia gerada pelo SFVR, logo existirá pouca ou nenhuma energia excedente no mês. Entretanto o sistema está diminuindo a conta de energia, pois a geração de energia pelo SFVR diminui a demanda de energia consumida da rede de distribuição.

Tabela 4 - Energia consumida mensal pela cooperativa.

MÊS	EN. CONSUMIDA TOTAL (kWh)	EN. PRODUZIDA PELO SFV (kWh)	EN. FORNECIDA PELA REDE (kWh)	CRÉDITOS (kWh)	PERÍODO DE FATURAMENTO
Junho	6804,89	1147,89	5657	98	5/06 a 5/07
Julho	3589,53	1153,53	2436	188	5/07 a 5/08
Agosto	4632,17	1386,17	3246	228	5/08 a 4/09
Setembro	6297,65	1377,65	4920	30	4/09 a 4/10
Outubro	6717,63	1528,63	5189	24	4/10 a 5/11

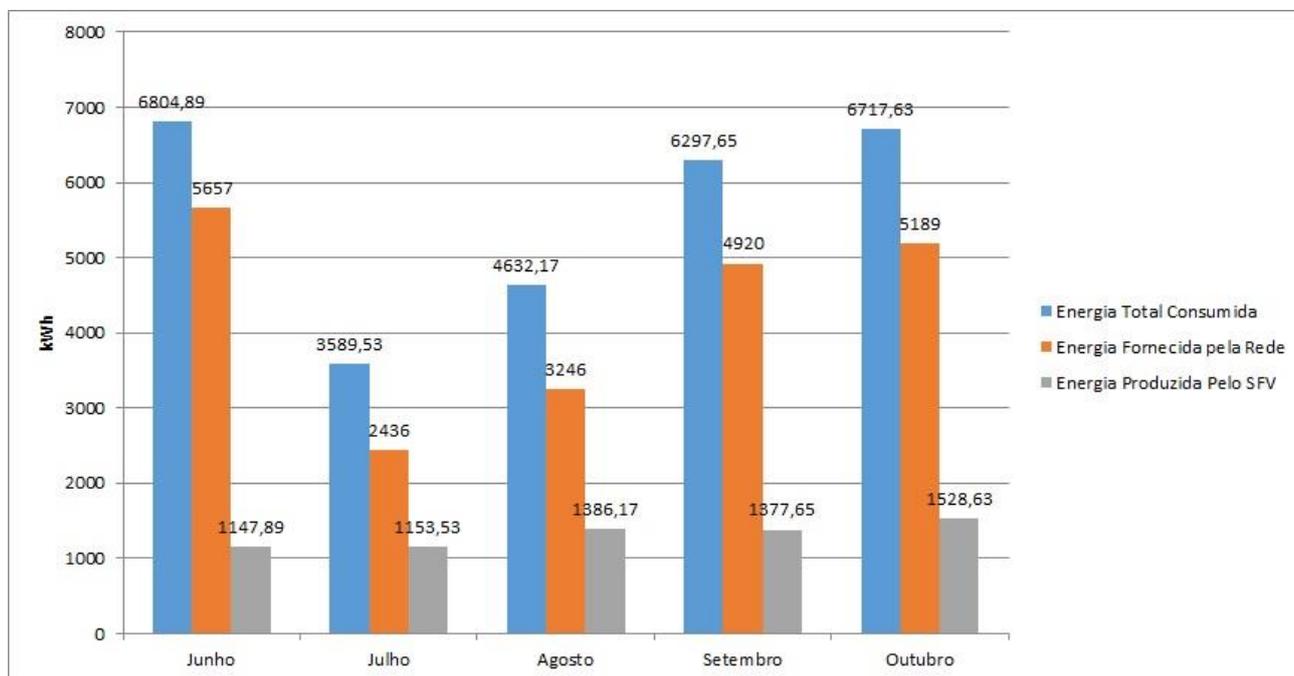


Figura 7 - Energia consumida pela cooperativa.

A Fig. 7 mostra que nos meses analisados a economia média na fatura de energia chega a aproximadamente 25%. O valor economizado pela cooperativa durante os cinco primeiros meses de funcionamento do SFCR pode ser visto na Tab. 5. Para obter o valor da economia mensal foi utilizado o total de geração do primeiro ao último dia de cada mês, vezes o valor do kWh fornecido pela Equatorial Piauí nas faturas de energia (R\$ 0,9437).

Tabela 5 - Economia mensal da Cooperativa Fruto Daqui

MÊS	GERAÇÃO DO MÊS (kWh)	ECONOMIA MENSAL
Junho	1.117,37	R\$ 1.054,46
Julho	1.104,49	R\$ 1.042,31
Agosto	1.431,34	R\$ 1.350,76
Setembro	1.392,38	R\$ 1.313,99
Outubro	1.455,67	R\$ 1.373,72
Novembro	1.397,46	R\$ 1.318,78
Total	7.898,71	R\$ 7.454,01

A análise de viabilidade econômica do sistema implantado na Cooperativa Fruto Daqui é mostrada na Tab. 6. Essa análise considera a geração prevista para um ano (15444 kWh), as médias da inflação acumulada dos últimos oito anos (6,25%) e dos últimos oito reajustes das tarifas de energia no estado do Piauí (7,85%). Como resultado temos que o projeto se pagará em 5 anos (payback) e após os 25 anos a cooperativa terá deixado de gastar com energia elétrica R\$ 361.677,06. Importante destacar que um sistema fotovoltaico necessita de manutenção e que ao longo do tempo a energia gerada diminui, porém nessa análise não se considerou os custos de manutenção e a diminuição da produção de energia. A Fig. 8 mostra a previsão de evolução do VPL ao longo dos anos de vida útil do sistema.

Tabela 6 - Análise de viabilidade econômica do SFCR da Cooperativa Fruto Daqui.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Potência Instalada	9,9 kWp
Investimento Inicial	R\$ 63.879,10
Economia de Energia Anual	R\$ 14.019,56
Inflação Média	6,03 %
Reajuste Anual da Tarifa de Energia	7,87 %
Vida Útil	25 anos
Valor Presente Líquido	R\$ 361.677,06
Payback	5 anos

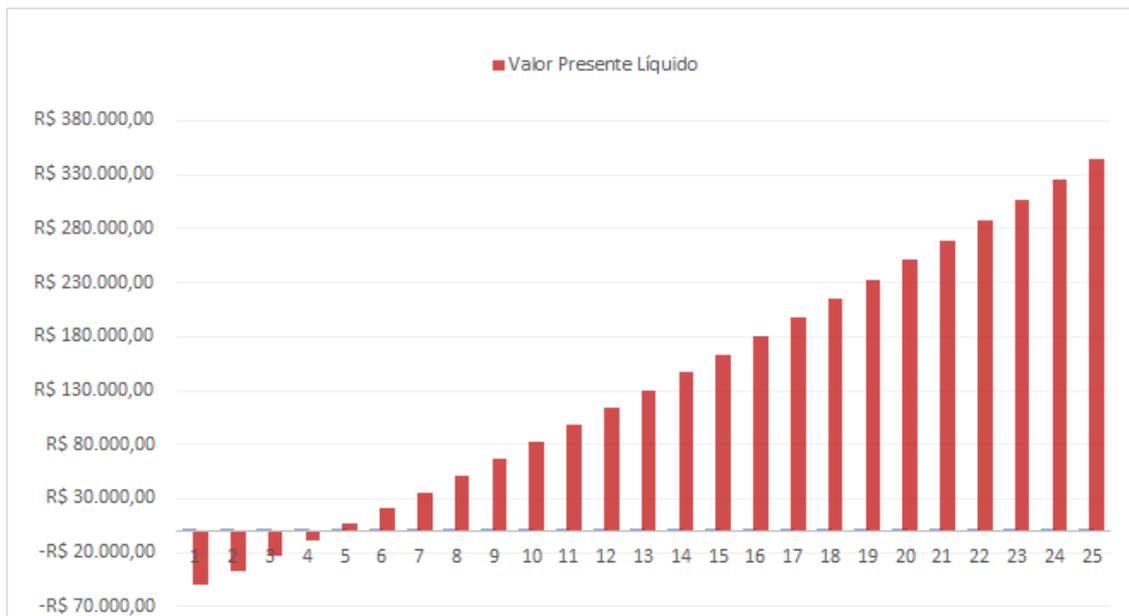


Figura 9 – Evolução do Valor Presente Líquido.

A redução das emissões de CO₂ no período de junho a novembro, obtido a partir da Eq.3, foi de aproximadamente 0,6043 toneladas, o resultado pode ser visto na Fig. 2. A redução de emissão de CO₂ previsto para um ano, obtido através da previsão de geração anual do SFV é de 1,1962 toneladas.

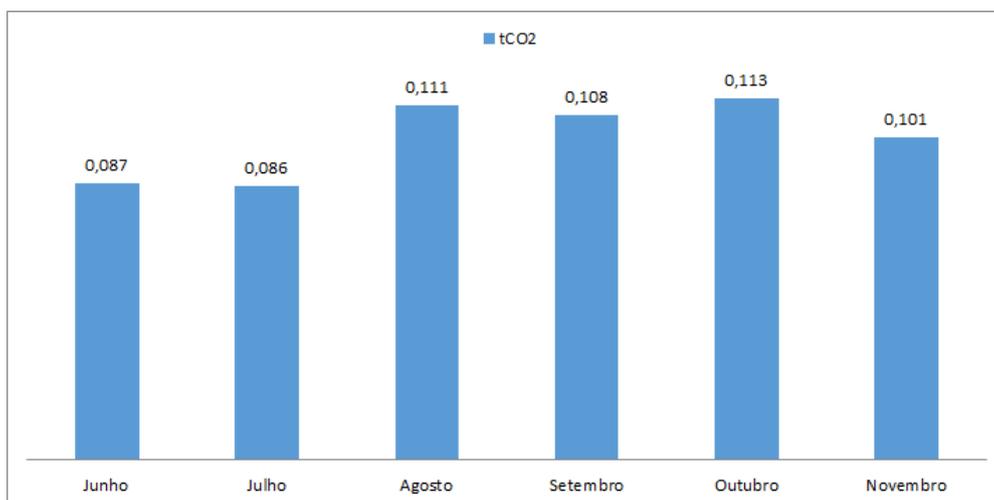


Figura 10 – Redução da Emissão de CO₂ do SFV da Cooperativa Fruto Daqui.

4. CONCLUSÃO

A análise de viabilidade do sistema fotovoltaico instalado na Cooperativa Fruto Daqui em José de Freitas demonstra que esta cidade possui viabilidade técnica para a instalação de sistemas fotovoltaicos. A cidade apresenta valores de irradiação solar superiores a maior parte do Brasil, e de países onde a utilização de SFCR já está consolidada. Por conta disso, ao analisar a geração dos primeiros meses de funcionamento do SFCR, verificou-se que o sistema apresenta um desempenho dentro do esperado para a região, e que alcançou o seu objetivo de reduzir em aproximadamente 25% da fatura de energia da cooperativa.

Este trabalho contemplou uma análise da viabilidade econômica em instalar um sistema fotovoltaico com o intuito de reduzir os custos com energia elétrica. Logo, a instalação de um SFCR na cooperativa mostrou-se extremamente atrativa com um VPL de R\$ 361.677,06 e de rápido retorno, com um payback de 5 anos. Uma futura expansão do SFCR, para aumentar ainda mais a redução da conta de energia, deve ser ainda mais atrativa. Com base nessa análise podemos confirmar que o projeto tem viabilidade econômica.

As emissões de CO₂ associadas ao consumo de energia elétrica no Brasil continuam a aumentar. Esse aumento está associado ao crescimento da população, ao maior consumo de energia elétrica per capita e a uma maior utilização das usinas termelétricas. O valor do fator de emissão da energia elétrica subiu muito nos últimos anos em decorrência da maior participação de combustíveis fósseis na matriz elétrica do País como resultado da crise hídrica. Há necessidade de reforçar a participação de energias renováveis na geração de energia elétrica no Brasil para frear a tendência de aumentos das emissões de gases de efeito estufa dessa atividade nos próximos anos.

O projeto intitulado pela Cáritas Brasileira, como “Construindo cidadania a partir de implantação de tecnologias sociais que minimizem os efeitos negativos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro” acerta em investir na tecnologia fotovoltaica, pois durante a produção de energia renovável, o projeto colabora com o meio ambiente mais saudável, por meio da diminuição das emissões de CO₂ e, conseqüentemente, através da diminuição de inúmeras patologias decorrentes da poluição ambiental. É importante ressaltar que, durante a produção de eletricidade, os sistemas fotovoltaicos não geram qualquer resíduo que agride ao meio ambiente seja sólido, líquido ou gasoso, além da ausência de ruído e de emissão de calor. O projeto também incentiva a diversificar a matriz energética, reduzindo a dependência do recurso hídrico, e a utilização em tempos de seca das termelétricas grandes emissoras de CO₂ na atmosfera.

Além do mais, o projeto só foi viável devido a colaboração financeira da CAFOD, atualmente devido ao alto custo dos sistemas, as cooperativas beneficiadas pelo projeto não possuem condições financeiras para instalar um SFCR. Logo, para que haja uma expansão da geração fotovoltaica no Brasil são necessárias políticas de incentivos, tais como reduções fiscais, facilitação de importação de equipamentos ligados à fontes de energia renováveis e políticas de financiamentos com baixas taxas de juros. Outro ponto a ser levado em conta, é a necessidade de incentivo às indústrias brasileiras do setor solar, de forma que haja desenvolvimento de novas tecnologias com preços mais baratos, para tornar essa energia competitiva como é no mercado externo.

Para trabalhos futuros existe a necessidade de estudos mais aprofundados onde se possa verificar a influência da temperatura nos módulos, uma análise do ponto ideal de orientação e posicionamento destes módulos, e um estudo sobre a possibilidade de expansão do sistema devido a limitação estrutural da cooperativa, principalmente devido a área de telhado disponível.

Agradecimentos

Agradecemos a Cáritas Brasileira e Regional que permitiu a participação no projeto no qual o trabalho foi desenvolvido, em especial aos funcionários da Cáritas, Hana e Helder. Agradecemos a Frente por uma Nova Política Energética Para o Brasil pelo apoio neste trabalho. E também a todos os colegas do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Energia Solar (GIPES).

REFERÊNCIAS

ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019. Geração Distribuída. Disponível em < http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp>. Acesso em dez/2019.

ANEEL-Agência Nacional de Energia Elétrica, 2012. Resolução Normativa nº 482 de 17 de abril de 2012. Disponível em < <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em set/2019.

Pereira, E. B. et al. , 2017. Atlas brasileiro de energia solar, INPE.

Moreira, H. L.; Bastos, A. M.; Santos, R. B., 2018. Análise comparativa da viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos e eólicos para microgeração de energia elétrica, VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Fortaleza.

MCTIC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2019. Fator médio - Inventários corporativos. Disponível em<https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html>. Acesso em dez/2019.

Sanquetta, C. R.et al., 2017. Emissões de dióxido de carbono associadas ao consumo de energia elétrica no paraná no período 2010-2014, Biofix Scientific Journal, Curitiba.

STUDY AND EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS IN RURAL AREAS IN PIAUI ASSOCIATIONS AND COOPERATIVES

The social project “Building citizenship through the deployment of social technologies that minimize the negative effects of climate change in the Brazilian semiarid” has installed five Grid Connected Photovoltaic Systems, and a Photovoltaic Water Pumping System in agricultural cooperative of rural communities in three municipalities of Piauí. This project is being implemented by Cáritas Brasileira and is funded by the Catholic Agency for Foreign Development (CAFOD). This work intends to make a technical and economic evaluation of the system installed at the Cooperative Fruto Daqui in José de Freitas - PI, the only system connected to the internet allowing the online monitoring of inverters. The results show that the system is technically viable, as they developed good generation in their first months of production, generating the energy for which it was designed and reducing part of the cooperative's energy bill. The system also presented economic viability, with the recovery of the investment in 5 years. In addition to being an environmentally conscious project, it encourages the installation of clean sources of energy, reducing emissions of CO₂ in the atmosphere. The project also provided all members with renewable energy training, so photovoltaic systems benefited all cooperatives and made them more enlightened about sustainable development and prepared to use the systems without the assistance of the entities that promoted the project.

Key words: *Solar Energy, Photovoltaic system, Monitoring.*