



POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR PARA A IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BARBALHA-CE

Francisca Valdelice Pereira Silva, Hernandes Oliveira Feitosa, Claudio Faustino Pereira, João Alvino Sampaio Silva & Erialdo Oliveira Feitosa

RESUMO. Atualmente há uma preocupação na utilização de energia solar como meios alternativos, tendo em vista a viabilidade para implantação dos sistemas fotovoltaicos. Sendo de extrema importância nos tempos atuais devido à necessidade de utilização de novas fontes de energia renováveis. O objetivo desse trabalho é analisar a viabilidade econômica do uso da energia solar na agricultura familiar irrigada no município de Barbalha. O trabalho foi desenvolvido a partir de dados coletados na Estação Climatológica, localizada em Barbalha, numa série histórica de 30 anos, esses dados foram inserido num programa computacional Retscreen para analisar a viabilidade de projetos, foi feita uma simulação do sistema fotovoltaico para geração de energia acionando um conjunto motobomba de 1,0 cv para transportar água a uma caixa com capacidade de 1000 l á 6 m de altura, em seguida será realizada a irrigação por gotejamento de forma gravitacional numa área de 1 há cultivado com milho. Os resultados foram que o sistema só terá um retorno financeiro em 18,5 anos, passando essa energia solar para os agricultores verificamos que somando todos os custos do agricultor será de R\$ 7710,00 com uma receita bruta de R\$ 11963,52 durante dez meses período em que se podem cultivar dois ciclos de milho irrigado, obtendo uma receita líquida de R\$ 4253,52. Assim, o agricultor poderá pagar o investimento da energia fotovoltaica em menos tempo. O sistema mostra-se vantajoso nestes aspectos e abre uma interessante perspectiva de aproveitamento mais eficiente da energia solar na irrigação.

Palavras - chave: energia solar; sistemas fotovoltaicos; viabilidade econômica.

SOLAR ENERGY POTENTIAL FOR IRRIGATION IN THE MUNICIPALITY OF BARBALHA-CE

ABSTRACT: Currently there is concern in the use of solar energy as alternative means in order to implement the viability of PV systems. It is of paramount importance in the present times due to the necessity of use of new renewable energy sources. The aim of this study is to analyze the economic feasibility of using solar energy in irrigated family farming in the municipality of Barbalha. The work was developed from data collected in the Climatological Station, located in Barbalha, a historical series of 30 years, this data is inserted into a computer program Retscreen Software to analyze the feasibility of projects, it was made a Simulation of the photovoltaic system for generating energy driving a pump of 1.0 hp to carry water to a box with 1000 l capacity with 6 m high, then will be held drip irrigation of gravity form an area of 1 is cultivated with milho. Os results were the system will only have a financial return approximately 18.5 years, passing this energy for farmers we found that adding all the farmer's cost will be R \$ 7,710.00 with gross revenues of R \$ 11,963.52 for ten month period in that can grow two cycles of irrigated corn, obtaining a net income of R \$ 4,253.52. Thus, the farmer can afford the investment of photovoltaics in less time. The system seems advantageous in these aspects and opens an interesting perspective more efficient use of solar energy for irrigation.

KEYWORDS: solar energy; photovoltaics; economic viability.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da viabilidade de implantação da energia solar é de extrema importância nos tempos atuais devido à necessidade de utilização de fontes renováveis, pois as atuais são em sua maioria, não renováveis contribuindo expressivamente para uma futura degradação ambiental. (RIBEIRO, 2008)

Essa energia é considerada inesgotável. Pode-se falar que é promissora. Indiretamente, o sol tem uma participação em quase todas outras fontes de energia. (CRESESB, 2006).

Um sistema de irrigação movido a energia solar é designado para agricultores de subsistência, mas poderá ser usada por todos os proprietários de plantações, uma vez que o dispositivo dispensa o uso de combustíveis ou eletricidade para funcionar, reduzindo gastos, pois a agricultura familiar desempenha um importante papel na economia e sociedade brasileira. Ela representa 35% do total nacional, envolvendo 75% dos estabelecimentos,

^{1234e5} FATEC-Cariri. Emails: delicepereira03@gmail.com ; hernandes.oliveira@gmail.com ; fclaudio051@gmail.com ; alvinosampaio@gmail.com ; erialdo05@gmail.com

25% das terras cultivadas e reunindo cerca de 14 milhões de pessoas (FEITOSA, 2014). No entanto, a produção familiar somente é viável e rentável desde que se adotem tecnologias como esta, de forma racional e organizada que, comprovadamente, têm sido o melhor caminho para manter ou tornar os produtores familiares competitivos (GASTAL et al., 1997).

Atentam a esse segmento da agricultura brasileira, instituições governamentais que vêm fomentando a adoção de novas tecnologias que possam ser utilizadas por esta classe de produtores e que estejam integradas à teoria do desenvolvimento sustentável, a exemplo da luz solar como fonte alternativa de energia utilizando-se sistemas solares fotovoltaicos no meio rural. Mundialmente, o uso da energia solar para a geração de eletricidade vem tomando impulsos e se popularizando cada vez mais em virtude de sua confiabilidade, versatilidade, durabilidade e baixo custo de operacionalização (DIEGUEZ, 2001).

No estado do Ceará, algumas iniciativas envolvendo fontes renováveis de energia vem sendo utilizada em todas as regiões especificamente nas pequenas comunidades rurais de difícil acesso as redes elétricas, um método utilizado tanto para iluminações como para irrigações, alternativa de suma importância para a população, método utilizado para a melhoria das condições de vida, facilitando o acesso ao trabalhador no campo e a geração de renda para os agricultores. Diante do exposto, o presente trabalho apresenta como objetivo, analisar a viabilidade econômica do uso da energia solar na agricultura familiar irrigada no município de Barbalha-Ce.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido a partir de uma série histórica de 30 anos coletados na Estação Climatológica, localizada no município de Barbalha, com as seguintes coordenadas geográfica: latitude 07° 18' 40"S; longitude 39° 18' 15" W com uma altitude de 414 m, de acordo com Köppen (1984). A Figura 1 apresenta os dados climáticos médios para uma série de 30 anos.

Observando-se ainda na Figura 1 as informações das variáveis do local do presente estudo relatam que, quanto maior o tempo de medição dessa variável melhor caracteriza a afirmação de potencial viável ou não do ponto de vista econômico.

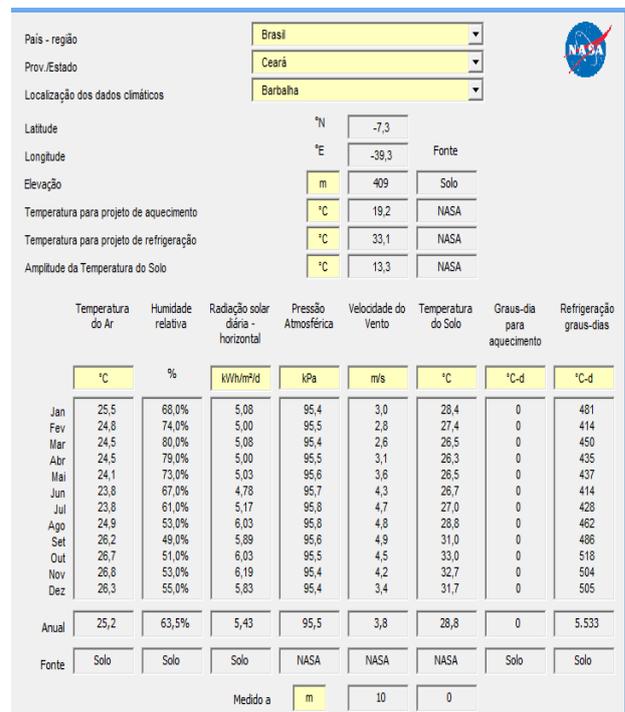


Figura 1 - Condições de referência para o local em estudo.

A simulação do sistema fotovoltaico para geração de energia solar suficiente para acionar uma motobomba de 1,0 cv para transportar água a um reservatório com capacidade de 1000 L a 6 m de altura. Em seguida foi realizada a irrigação por gotejamento de forma gravitacional no sentido de utilizar menos energia, sendo uma área de 1 ha cultivada com milho. A Figura 2 ilustra a disposição do bombeamento de água com painel fotovoltaico na irrigação. Foi realizado um dimensionado simulando o funcionamento de uma bomba com consumo médio mensal de 15,77 kWh de energia elétrica, para saber quanto o conjunto moto bomba utiliza de energia elétrica.

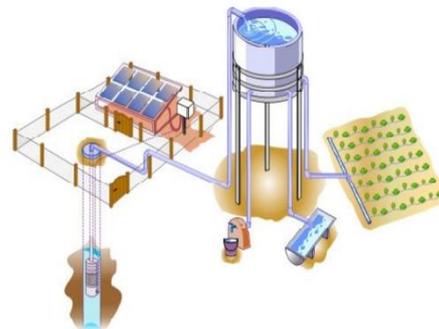


Figura 2 - Sistema fotovoltaico de bombeamento para elevação de água com aplicações para irrigação
Fonte: MORALES (2011)

O sistema fotovoltaico é composto por um painel fotovoltaico com potência de 5 kW, controlador de carga e unidade de armazenamento de energia. A energia solar fotovoltaica pode ser aplicada a diversas finalidades e por se tratar de uma fonte com versatilidade, pode ser utilizada em regiões onde a rede elétrica não é compensatória, sendo uma boa opção para áreas isoladas como propriedades rurais. A Figura 3 representa um sistema fotovoltaico instalado no campo.

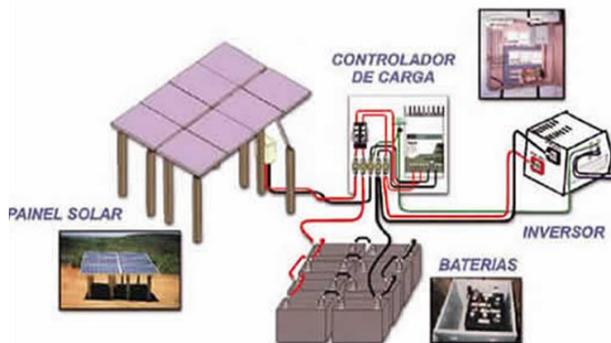


Figura 3 - Coletores Solar e Painéis fotovoltaicos
Fonte: MOHOR (2011).

No desenvolvimento da viabilidade econômica foi utilizado o programa *Retscreen*, sistema Software 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.

Este programa é fornecido sem custos pelo Natural Resources Canada e pode ser usado para avaliar a produção e a economia de energia, os custos durante o tempo de vida, a redução das emissões de poluentes e a análise financeira e de risco para vários tipos de tecnologias renováveis (RETSCREEN, 2009).

O programa computacional *Retscreen* de Análise de Projetos dá suporte à tomada de decisões no setor de energia limpa. Este é um software livre de custos foi disponibilizado pelo Governo do Canadá como resultado do reconhecimento, por parte deste país, da necessidade de adotar uma abordagem integrada no tratamento das alterações climáticas e na redução da poluição. (RETSCREEN, 2013)

O Software *Retscreen* tem como objetivo reduzir os custos (tanto financeiros como de tempo) associados à identificação e acesso a potenciais projetos energéticos. Estes custos, que se manifestam nas fases de pré-viabilidade, viabilidade, desenvolvimento e engenharia, podem constituir barreiras substanciais à implantação de Tecnologias de Energias Renováveis e Eficiência Energética. (RETSCREEN, 2013)

O programa também inclui um amplo banco de dados de produtos, projetos, e condições climáticas. As informações sobre produtos presentes derivam de diversos fabricantes comerciais de equipamentos existentes. Enquanto dados meteorológicos históricos são

extraídos pelo software por estações de medição terrestre e/ou pelos dados de satélite obtidos pela NASA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados adquiridos com relação à Radiação Solar global, são apresentados por meio da análise descritiva na Tabela 1, em que a média foi de 5,40 kWh m⁻² d⁻¹, avaliando apenas os valores da radiação que no momento da obtenção o sistema de bombeamento estava em operação podendo ver na simulação da Figura 2. Portanto, deve-se avaliar a faixa de valores que gera energia aceitável para funcionamento do conjunto motobomba, permitindo determinar qual Radiação Solar Diária é necessária para ativar o sistema hidráulico.

Tabela 1- Estatística descritiva da Radiação Solar Diária a partir dos dados médios

Parâmetros	Radiação Solar Diária
Média (kwh m ⁻² d ⁻¹)	5,40
Desvio padrão (kwh m ⁻² d ⁻¹)	0,51
Variância	0,27
Coefficiente de variação (%)	9,50
Máximo (kwh m ⁻² d ⁻¹)	6,19
Mínimo (kwh m ⁻² d ⁻¹)	4,78
Curtose	-1,86

Pode-se observar ainda na Tabela 1 acima que os valores do desvio padrão é de 0,51 kWh m⁻² d⁻¹ e o coeficiente de variação de 9,50 % os quais são parâmetros estatísticos importantes para analisar a radiação solar, pois caracterizam uma boa precisão dos resultados obtidos no experimento

Isso é explicado por SAS Institute (1993) onde os coeficientes de simetria e curtose são utilizados para avaliar se os dados seguem uma distribuição normal. Para dados que seguem perfeitamente a curva de distribuição normal, onde os valores do coeficiente de simetria e curtose, obtidos por meio do programa computacional, devem ser 0. Aceita valores entre +2 e -2 sendo considerado normal o que ocorreu normalidade nos dados analisados.

Portanto os dados avaliados com relação à média da radiação solar diária obedecem a uma classificação normal, pois está dentro do intervalo mencionado pelo autor. Assim a análise de variância pode ser considerada eficiente para analisar se há alteração significativa entre a radiação solar e o período de coleta de dados.

Segundo os estudos de Takenaka (2010), em relação à avaliação do potencial de geração de energia solar fotovoltaica em Florianópolis, observou que a irradiação solar maior foi nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro e o de menor entre maio e junho.

A figura 4 apresenta os valores médios da variação da radiação solar diária durante o período de avaliação de

uma série histórica de 30 anos, obtidos na estação meteorológica de Barbalha. Na qual é apresentado o comportamento da média anual da radiação solar, onde se pode verificar que os valores médios mais altos foram nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro. Oferecendo um potencial energético bem maior que nos meses anteriores.

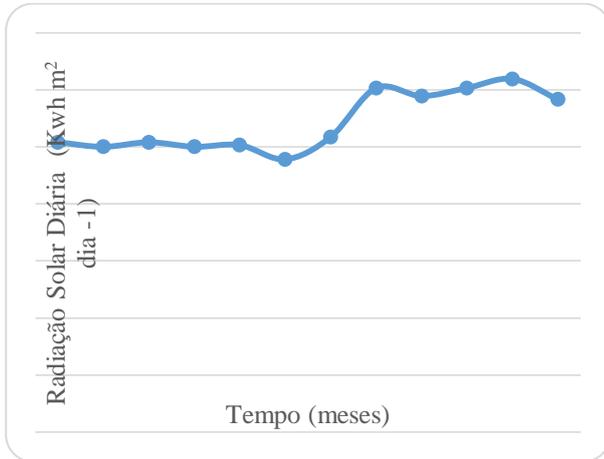


Figura 4 - Variação da radiação solar diária durante o período de avaliação.

Na presença de nebulosidade, o fluxo radiante pode aumentar ou diminuir. Se a nebulosidade é parcial e o Sol não é totalmente encoberto, o fluxo da radiação é maior. No caso de nebulosidade total, o fluxo da radiação é sempre menor.

Conforme Greenpro (2004) a radiação solar é sempre maior em uma área que se estende perpendicularmente em relação aos raios solares, do que em uma área horizontal com as mesmas dimensões. Uma vez que o azimute e a altura solar mudam ao longo do dia e do ano, o ângulo de incidência varia constantemente.

De acordo com Pereira e Oliveira (2011), os condutores devem ter tensão nominal normalmente entre 300 a 1000 V, suportar temperaturas superiores a 70° C, produzir queda de tensão máxima de 1% até 3% (nos casos de grandes distâncias e baixas tensões <120V CC) e corrente admissível de 1,25 vezes a corrente de curto circuito sobre as condições padrões de teste (STC).

A Figura 5 mostra o comportamento da radiação solar, obtidas a partir de diversos anos diferem entre si, entre as medições apresentadas para o período de janeiro a julho a radiação é boa, porém em escala bem menor que a irradiação apresentada para os meses de agosto a novembro.

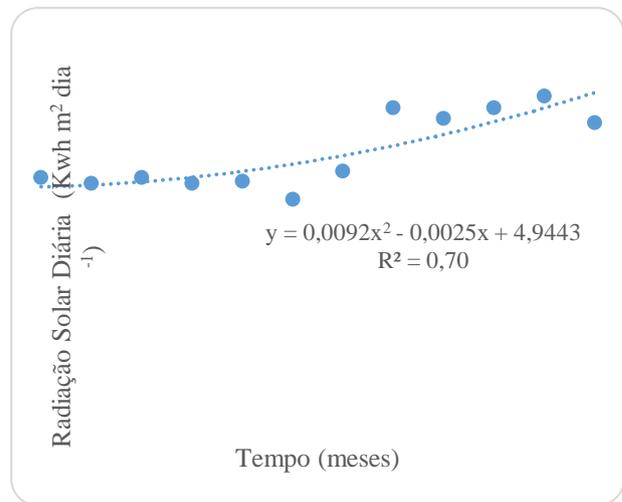


Figura 5 - Comportamento da radiação solar no município de Barbalha-Ce

Verifica-se que a radiação solar mostra uma variação com menores valores nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, caindo um pouco para o mês de junho e aumentando em agosto onde novamente decresce para setembro permanecendo quase estável até novembro. Isso ocorre por causa da transparência atmosférica que é complexa e muito dependente das condições de observação (estação do ano e outros fatores meteorológico).

Segundo os autores Silva e Seraphim (2005), o baixo rendimento do módulo quando instalado em campo está relacionado com a variação da irradiação solar diária incidente e com a temperatura de operação do painel fotovoltaico.

Viabilidade econômica

Utilizou-se da ferramenta computacional Retscreen. A Figura 4 apresenta a tela inicial do programa, em que são inseridos dados referentes à localização, o método de análise e o tipo de projeto que está sendo simulado.



Figura 6 - Tela inicial do programa computacional Retscreen.

Para projetos de energia solar fotovoltaica conectado à rede, o programa necessita da entrada de dados, como dados técnicos das placas e inversores, de como o sistema está instalado como inclinação e azimute, do preço da energia elétrica e de parâmetros financeiros.

Dessa forma o programa pode retornar à geração mensal e anual de energia e fazer uma análise de viabilidade financeira do sistema. Além disso, o programa possui em sua base de dados, a temperatura média e irradiação média diária, mensal e anual do banco de dados da Estação Climatológica de Barbalha como mostra a Figura 7.

Podendo observar também ainda na Figura 7 as perdas do sistema consideradas foram de 5%, levadas em conta a estimativa de quedas de tensões nos condutores calculadas no projeto.

Sistema de eletricidade do caso proposto	
Tipo de análise	<input type="radio"/> Método 1 <input checked="" type="radio"/> Método 2
Avaliação de recursos	
Sistema de posicionamento solar	Fixo
Inclinação	45,0
Azimet	10,0
<input type="checkbox"/> Mostrar dado	
Fotovoltaica	
Tipo	mono-Si
Potência elétrica	kW 1,76
Fabricante	Centrosolar
Modelo	mono-Si - S 220M54 Excellent 8 unidade(s)
Eficiência	% 14,8%
Temperatura de operação normal da célula	°C 45
Coefficiente de Temperatura	% / °C 0,40%
Área do coletor solar	m² 12
Perdas diversas	% 5,0%
Inversor	
Eficiência	% 95,0%
Capacidade	kW 1760,0
Perdas diversas	% 2,0%
Resumo	
Fator de Utilização	% 13,6%
Eletricidade exportada pl/rede	MWh 2,103

Figura 7 - Modelo energético do caso proposto, produção de eletricidade.

Os custos dos módulos fotovoltaicos são geralmente expressos em Reais por Watt-pico (R\$/Wp), índice este que depende de sua tecnologia de fabricação, e geralmente também da sua eficiência de conversão. No caso do Brasil, o mercado é amplamente dominado pelos módulos de Silício cristalino (c-Si), sejam de multi-Si ou mono-Si.

Para se fazer um dimensionamento e definir os custos do sistema solar fotovoltaico se fazer uma análise criteriosa confrontando o custo de extensão da rede elétrica convencional para alimentação de uma bomba comum ou, movida a diesel, versus a energia solar utilizada para o bombeamento. Essa comparação deve levar em conta não apenas o investimento inicial, mas também os gastos de operação e manutenção, além das características específicas do local e do poço.

Através do banco de dados do programa e inserindo valores à simulação como aumento tarifário de 6,5% a.a., vida útil do projeto de 25 anos, custos do sistema de R\$ 16.000 e de todas as características do sistema que o programa requer pode-se fazer a estimativa de retorno do capital como se pode ver na Figura 8.

Análise Financeira			
Parâmetros financeiros			
Taxa de inflação	%	6,5%	
Vida do projeto	ano	25	
Razão da dívida	%	0%	
Custos iniciais			
Sistema de produção de eletricidade	\$	0	0,0%
Outro	\$	16.000	100,0%
Total de custos de investimento	\$	16.000	100,0%
Incentivos e subsídios			
	\$	0	0,0%
Pagamento anual de custos e empréstimos			
Custo (economia) de O&M	\$	0	
Custo combustível - caso proposto	\$	0	
Total de custos anuais	\$	0	
Economia anual e receita			
Custo combustível - caso de referência	\$	0	
Receita com eletricidade exportada	\$	442	
Total de economia e receita anual	\$	442	
Viabil. Financeira			
TR antes impostos - ativos	%	3,7%	
Retorno simples	ano	36,2	
Retorno do capital próprio	ano	18,5	

Figura 8 - Modelo energético do caso proposto, análise financeira

A taxa interna de retorno (TIR) encontrada foi de 3,7% e o *payback* de 18,5 anos. Segundo o Pronamp (programa nacional de apoio ao médio produtor rural) a taxa está abaixo do considerado viável para os agricultores que é de 5,0 a 4,5% ao ano. Isso significa que a TIR está bem a baixo da permitida pelo Pronap.

Corroborando com os resultados, pesquisa realizada por Pena et al. (2011) relata que a TIR e o *payback* são cruciais para a avaliação econômica do sistema porque discriminam em que percentual ocorre a remuneração do capital investido. Portanto em todos os projetos de investimento que visarem a viabilidade econômica a TIR é indispensável como índice de decisão, principalmente porque relativiza numa taxa os ganhos ou as perdas do empreendedor.

Mitscher e Rüther (2012), falam que, a aplicação de sistemas financiados a baixas taxas de juros (em torno de 3,5% ao ano) podem ser economicamente viáveis com tarifas residenciais no presente estágio do desenvolvimento da indústria de energia solar. Se as taxas de juros para tais investimentos forem baixas, e devido também as ótimas condições de irradiação no Brasil, a paridade da rede e a viabilidade econômica de SFCR (Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede) são concebíveis em pouco tempo em diversas cidades do Brasil para os atuais custos de instalação (€3,7/Wp).

De acordo com as informações adquiridas a Figura 9 apresenta, através de um gráfico gerado pelo Retscreen, o fluxo de caixa cumulativo do caso proposto previsto para 25 anos, onde a partir das informações do fluxo de caixa, seu retorno sobre o capital investido inicialmente começa a partir de 18,5 anos.

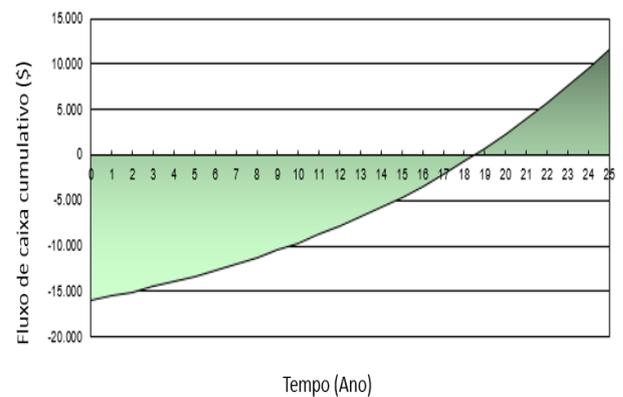


Figura 9 - Fluxo de caixa cumulativo do projeto

Pode-se observar que o gráfico acima demonstra que o sistema de energia solar pode ser viável como uma alternativa de geração de energia elétrica, porém cabe ressaltar, que em ambos os casos o dinheiro recuperado é apenas o valor do investimento inicial, não estando o mesmo corrigido de acordo com a evolução da inflação. Assim, seria necessária uma condição ainda mais favorável para a aplicabilidade do sistema dentro do seu período de vida útil que é de 25 anos.

Apolonio (2014), em seu estudo de energia solar fotovoltaica conectada à rede de energia elétrica em Cuiabá, observou que o retorno (*payback*) do projeto só começaria a partir do vigésimo (20) ano de uso, sem considerar custos de manutenção, troca de equipamentos, ou outros possíveis gastos considerando em ambos os casos, que o dinheiro recuperado é apenas o valor do investimento inicial, ou seja, seu fluxo de caixa é negativo durante esse período.

Analisando a Tabela 2, podemos ver que quando o agricultor familiar utiliza essa energia produzida pelo sistema fotovoltaico, acionando um motor para bombear água para a caixa d'água a 6 m de altura, e em seguida irrigar a cultura do milho poderá ter uma produtividade de 8928 kg ha⁻¹ fazendo dois ciclos no período do inverno perfazendo um total de 17.856 kg, com um preço médio dos últimos 12 anos de R\$ 40,2 por saca de milho. Os dados levantados de produtividade e custos foram da Cedagro e os preços médios do Ceasa-Ce.

Tabela 2 - Custos e receitas do milho irrigado

	Custo		Receita Bruta			
	Ciclo	Ciclos (2)	Preço/kg (R\$)	Produtividade 8928 kg/ha	Receita ciclos	Receita Líquida
Milho	1355,00	2710,00	0,67	17.856	11963,2	-
Sistema Irrigação	-	5.000,00	-	-	-	-
Total		7.710,00	-	-	-	4253,52

Portanto, verificamos que somando todos os custos do agricultor será de R\$ 7710,00 com uma receita bruta de R\$ 11963,52 durante dez meses, período em que se podem cultivar dois ciclos de milho irrigado, obtendo uma receita líquida de R\$ 4253,52. Assim, o agricultor poderá pagar o investimento da energia fotovoltaica em menos tempo, podendo ter uma maior relação custo benefício comparado a venda da energia.

O cultivo do milho irrigado é de suma importância para aumentar a produção. Além disso, a produtividade dessa cultura, em condições irrigadas, pode ser superior em 30 a 40% em relação à área de sequeiro. Nessa situação, a cultura do milho pode ser uma opção bastante interessante principalmente na entre safra (BORGES, 2003).

A irrigação, juntamente com boas práticas de manejo, tem potencial para estabelecer a produção em altos níveis de produtividade. Pode-se, assim, reduzir o risco associado às flutuações de produção, garantindo maior produtividade, diminuindo as oscilações de oferta e atuando, de forma positiva, para uma maior estabilidade dos preços. O milho, quando não irrigado, tem em média, produtividade de 1.985 kg/há, quando irrigado, apresenta produtividade média de 4.800 kg/ha, o que equivale a um incremento de 177% (MENDES, 1998).

4. CONCLUSÕES

A energia fotovoltaica apresenta-se como uma boa alternativa para o agricultor familiar, possibilitando o uso de energia renovável juntamente com o uso racional da água, pois o potencial fotovoltaico na geração de energia elétrica possui um grande índice de radiação solar favorecendo o acionamento do sistema de bombeamento.

A interação das duas tecnologias (o sistema de geração de energia fotovoltaica e a irrigação) pode possibilitar o aumento da produtividade das culturas cultivadas pelo agricultor familiar.

Espera-se, com este trabalho, despertar o interesse, não só dos produtores rurais, mas também das organizações em geral para esta importante alternativa de energia, tendo-se em vista que o Brasil com cerca de 90% do seu território entre trópicos possui uma grande radiação solar por dia.

É importante dizer que os conhecimentos de implementação desta tecnologia no país, apesar de ainda pouco divulgada, estão gerando resultados positivos, reforçados pelos baixos custos operacionais e de manutenção. Por fim, que estimule a adoção de medidas e metodologia semelhantes em futuros sistemas de bombeamento fotovoltaico.

5. REFERENCIAL

APOLONIO, D. M. **Energia solar fotovoltaica conectada á rede de energia elétrica em Cuiabá: estudo de caso.** Cuiabá. (Disertação), 2014. 148 p.

BORGES, I. D. **Avaliação de épocas de aplicação da cobertura nitrogenada, fontes de nitrogênio e de espaçamento entre fileiras na cultura do milho.** 2003. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CRESESB. **ENERGIA SOLAR PRINCÍPIOS E APLICAÇÕES** Disponível em:

<http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2011.

DIEGUEZ, F. Luz no fim do túnel. Tecnologia antiapagão. **Superinteressante**, São Paulo, n. 6, p. 16-17, 2001.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL; COALIZÃO RIOS VIVOS. (Org.). **Conclusões e recomendações.** Brasília, DF: Fundação Heinrich Böll, 2002. Disponível em: <<http://www.riosvivos.org.br/arquivos/1380579432.pdf>> Acesso em: 02 jul. 2017.

GASTAL, M. L.; ZOBY, J.L.F.; PANIAGO JÚNIOR, E.; MARZIN J.; XAVIER, J. H. V.; SOUZA, G.L.C de.; PEREIRA, E. A.; KALMS, J.M.; BONAL, P. **Proposta metodológica de transferência de tecnologia para promover o desenvolvimento**. N051. rev. atual. Campinas: Embrapa.Tomo III.

GREENPRO. **Energia Fotovoltaica**: manual sobre tecnologias, projecto e instalação. São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.greenpro.de/po/fotovoltaico.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

MENDES, A. A. T. **Irrigação**: tecnologia e produtividade. Ilha Solteira: Feis Unesp, 1998.

MITSCHER, M.; RÜTHER, R. Economic performance and policies for gridconnected residential solar photovoltaic systems in Brazil. **Energy Policy**, Berlin, Germany, v. 49, p. 688–694, 2012.

PENA, H. W. A.; HOMMA, A. K. O.; SILVA, F. L. Análise de viabilidade econômica: um estudo aplicado a estrutura de custo da cultura do dendê no estado do Pará-amazônia-brasil. **Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social**, Malaga, v. 5, n. 11, p., 2011.

RETSCREEN INTERNATIONAL. RETScreen™ International: a decision support and capacity building tool for assessing potential renewable energy projects. 2013. Disponível em: <http://www.etscreen.net/pt/what_is_etscreen.php>. Acesso em 28 de julho de 2014.

RETSCREEN. RETScreen análise de projetos de energia limpa. Disponível em: <<http://www.etscreen.net/pt/home.php>>. Acesso em: 4 abr. 2009.

SAS INSTITUTE. **SAS Procedures Guide**: version 6.12: software de análise estatística. 3. ed. Cary: SAS Institute, 1993. 1022 p.

SILVA, C. D.; SERAPHIM, J. O. Eficiência da conversão de irradiação solar em energia elétrica por módulo fotovoltaico. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 1-13, 2005.

TAKENAKA, F. O. **Avaliação do Potencial de Geração de Energia Solar Fotovoltaica na Cobertura das Edificações do Campus i - Cefet- MG, Interligado À Rede Elétrica**. 2010. 136p sertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.