



GLOBAL JOURNAL OF SCIENCE FRONTIER RESEARCH: H
ENVIRONMENT & EARTH SCIENCE

Volume 21 Issue 2 Version 1.0 Year 2021

Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal

Publisher: Global Journals

Online ISSN: 2249-4626 & Print ISSN: 0975-5896

Uso De Energia Fotovoltaica Em Uma Propriedade Rural De Fruticultura: Perspectivas E Viabilidades

By Raul Asseff Castelao, Celso Correia De Souza, Gilberto De Souza Bruno, Daniel Massen Frainer, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior & Orlando Moreira Junior

Resumo- A geração de energia fotovoltaica apresenta um bom rendimento durante o ano inteiro, e outra vantagem frente as outras fontes de energia no Brasil estão relacionadas ao baixo investimento na geração de energia elétrica e a preservação do meio ambiente. O objetivo do presente estudo foi avaliar a viabilidade de uso de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica (SFV), para suprir e/ou complementar as necessidades energéticas de uma propriedade rural de bananicultura irrigada, no Sul do estado do Mato Grosso, localizada no município de Rondonópolis. A análise de dados consistiu em coletar as informações de consumos das unidades consumidoras do proprietário rural, das taxas de reajustes tarifários, do IPCA e SELIC para efeito comparativo do investimento e processados de forma a permitir a análise e a viabilidade econômico-financeira da tecnologia fotovoltaica, através dos cálculos do VPL, TIRe *payback*, e obtendo resultados aceitáveis as hipóteses do investimento no SFV, na propriedade rural de estudo.

Palavras-Chave: energia elétrica na irrigação, sistema fotovoltaico na irrigação, viabilidade econômica de um SFV.

GJSFR-H Classification: FOR Code: 059999p



USODEENERGIAFOTOVOLTAICAEMUMAPROPRIEDADERURALDEFRUTICULTURAPERSPECTIVASEVIABILIDADES

Strictly as per the compliance and regulations of:



RESEARCH | DIVERSITY | ETHICS

© 2021. Raul Asseff Castelao, Celso Correia De Souza, Gilberto De Souza Bruno, Daniel Massen Frainer, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior, Orlando Moreira Junior & Orlando Moreira Junior. This is a research/review paper, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 Unported License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), permitting all non commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Uso De Energia Fotovoltaica Em Uma Propriedade Rural De Fruticultura: Perspectivas E Viabilidades

Raul Asseff Castelao ^α, Celso Correia De Souza ^σ, Gilberto De Souza Bruno ^ρ, Daniel Massen Frainer ^ω, Orlando Moreira Junior [¥], Orlando Moreira Junior [§], Orlando Moreira Junior ^χ, Orlando Moreira Junior ^ν, Orlando Moreira Junior ^θ & Orlando Moreira Junior ^ζ

Resumo- A geração de energia fotovoltaica apresenta um bom rendimento durante o ano inteiro, e outra vantagem frente as outras fontes de energia no Brasil estão relacionadas ao baixo investimento na geração de energia elétrica e a preservação do meio ambiente. O objetivo do presente estudo foi avaliar a viabilidade de uso de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica (SFV), para suprir e/ou complementar as necessidades energéticas de uma propriedade rural de bananicultura irrigada, no Sul do estado do Mato Grosso, localizada no município de Rondonópolis. A análise de dados consistiu em coletar as informações de consumos das unidades consumidoras do proprietário rural, das taxas de reajustes tarifários, do IPCA e SELIC para efeito comparativo do investimento e processados de forma a permitir a análise e a viabilidade econômico-financeira da tecnologia fotovoltaica, através dos cálculos do VPL, TIRE *payback*, e obtendo resultados aceitáveis as hipóteses do investimento no SFV, na propriedade rural de estudo.

Palavras-Chave: energia elétrica na irrigação, sistema fotovoltaico na irrigação, viabilidade econômica de um SFV.

I. INTRODUÇÃO

A recente crise hídrica no país, apresentou-se baixos níveis de água nos reservatórios, e de acordo com o Plano Nacional de Expansão de Energia 2050 - PNE 2050, levam à utilização frequente das térmicas até 2050. Este fato impacta diretamente sobre as tarifas de energia elétrica.

Como a energia fotovoltaica que tem despertado o interesse em todos as classes consumidoras de energia elétrica devido a possibilidade de reduzir os custos com energia elétrica, torna-se um dos atrativos em se ter um SFV, isentando dos encargos tributários federais como PIS, CONFINS que passaram a serem isentos através da Lei 13.169/2015 (BRASIL, 2015a), para a energia solar e, pelo Convênio 16/2015 (BRASIL, 2015b) o estado de Mato Grosso aderiu em 01/01/2016 a isenção do ICMS aos sistemas de geração distribuída conectados à rede com base na resolução normativa 482/2012 da ANEEL (ANEEL, 2012).

A aquisição de equipamentos do SFV, não poderia ser diferente com o proprietário da

bananicultura irrigada localizado na região sul do estado de Mato Grosso, no município de Rondonópolis, objeto deste estudo, que em relação aos custos com a produção, a terra, mudas, mão de obra, insumos, energia elétrica, irrigação, etc., despertou o interesse do produtor rural, no sentido de reduzir custo ao menos em relação à tarifa de energia elétrica, com a implantação de um SFV de geração distribuída de energia elétrica.

O que proporcionou essa viabilidade, foram as resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), como a 482/12 e 687/15 que regulamentavam a mini e a micro geração de energia para uso particular, autorizando a geração de energia elétrica distribuída nas propriedades, a ligação dessas pequenas centrais produtivas ao sistema de distribuição das concessionárias de energia elétrica, permitindo a disseminação de qualquer tipo de geração de energia renovável e limpa, com limite de geração de até 5,0 MWp.

De acordo com (PEREIRA *et al.*, 2017), o nível de radiação da região Sul do estado de Mato Grosso, objeto deste estudo, é de 5,51 kWh/m². O produtor atentou-se as prerrogativas da geração distribuída, e o uso da energia fotovoltaica, para que a análise feita para avaliar se aceita ou rejeita um projeto de um SFV. Levando-se em conta ele possui três unidades consumidoras (UC's) e as três unidades consumidoras devem possuir suas contas de consumos com a mesma titularidade, para que, os créditos de energia elétrica devido a geração distribuída passam a ser abatidos nas contas de energia elétrica.

Com os valores médios em kWh das UC's de suas faturas de energia elétricas, obteve-se o consumo dos últimos doze meses e de posse dessa informação, acessando o site do "Portal solar", consegue-se um orçamento do SFV praticado pelo mercado, com a finalidade de levantar as informações para as análises de viabilidade econômica do investimento inicial a ser feito para instalação da fonte geradora de energia fotovoltaica.

Com a prática da irrigação a bananicultura tem sua produção assegurada anualmente, garantindo uma colheita com produção estimada de 600 caixas por

Author: e-mail: raulassefcastelao@gmail.com

semana na propriedade rural onde deseja-se avaliar a viabilidade de instalação do SFV. E é um estudo continuado de pesquisa devido as constantes evoluções e tecnologias do SFV, e mediante os enfrentamentos econômicos das receitas e despesas nas propriedades rurais, serve como mais um norte em relação aos investimentos para diminuir custos e realocar em outras necessidades do agricultor.

II. MATERIAL E MÉTODOS

O objeto deste estudo é a propriedade rural denominada "Sítio Sonho Meu", que fica no assentamento Portal do Areia, com localização geográfica 16° 19' 54,1" S e 54° 20' 29,4" W, na cidade de Rondonópolis, no estado de Mato Grosso. A produção de banana é feita em uma área de 18 hectares, dividido em 20 quadras. O solo tem característica arenosa, com uma lavoura de banana, num total de 1600 plantas por hectare, e é irrigada por micro aspersão, com uma média de 80 Lh-1 para cada aspersor.

O objetivo do estudo foi o de avaliar a viabilidade econômica e as perspectivas do uso de energia elétrica fotovoltaica em uma propriedade de bananicultura irrigada; determinar o investimento inicial da instalação do sistema de energia fotovoltaica (SFV), e a sua comparação com os custos envolvidos na instalação referente a energia elétrica convencional. Usou-se como ferramentas de análise para as tomadas de decisão, se aceita ou rejeita o projeto, os indicadores financeiros; como o *payback*, TIR (taxa de retorno do investimento) e VPL (valor presente líquido).

Este estudo buscou a metodologia de um estudo de caso, para analisar a viabilidade econômica

da implementação de painéis fotovoltaicos para a geração distribuída de energia solar fotovoltaica conectada à rede de distribuição da concessionária de energia elétrica de MT, de uma área de bananicultura, conforme os dispositivos das resoluções da ANEEL, que versa sobre geração distribuída. Quanto à abordagem, a pesquisa caracteriza-se como quantitativa, visto que objetivou calcular a viabilidade econômica do uso dos sistemas fotovoltaicos. Com relação ao tipo de pesquisa, considera-se como exploratória, pois não existem na região Sul do estado de Mato Grosso relatos da utilização de painéis fotovoltaicos em uma área de plantação de banana.

O setor de fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional (FACHINELLO *et al.*, 2011). A propriedade rural em estudo, produz a banana nanica com duas variedades, sendo a Willians e Grand Naine.

Buscou dimensionar o tamanho do sistema de geração de energia fotovoltaica e o investimento, através do consumo médio de energia nas três UC's informados pelo proprietário. Obteve-se um orçamento no site Portal Solar (2019) contendo um valor médio praticado no mercado referente ao custo para implementação do sistema e tendo condições de projetar os resultados financeiros.

O procedimento de obter o consumo, em KWh, para a implementação da geração distribuída de energia elétrica, foi através das referidas UC's, somando o consumo médio mensal dos últimos doze meses, que vem na fatura de cada unidade e obteve-se um total de 2.388 KWh, de acordo com o quadro 1.

Quadro 1: Consumo mensal, no ano de 2018, das três unidades consumidores (UC) deste estudo, e o total geral do ano de 2018Mês / 201

| Mês / 2018 | UC 1481163 | UC 706436 | UC 2526735 | Soma kWh médio das 3 UC's. |
|---------------------------|------------|-----------|------------|----------------------------|
| Jan | 1102 | 1189 | 213 | |
| Fev | 100 | 1954 | 262 | |
| Mar | 1013 | 1246 | 346 | |
| Abr | 919 | 1261 | 241 | |
| Mai | 100 | 1196 | 329 | |
| Jun | 819 | 1251 | 189 | |
| Jul | 726 | 1265 | 183 | |
| Ago | 100 | 1584 | 171 | |
| Set | 2902 | 1019 | 227 | |
| Out | 0 | 1426 | 273 | |
| Nov | 66 | 1944 | 268 | |
| Dez | 100 | 1376 | 231 | |
| Média últimos meses (kWh) | 764 | 1393 | 231 | 2388 |

Fonte: Energisa (2019).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise de investimentos, foi necessário determinar uma taxa mínima de atratividade (TMA), utilizando-se os últimos cinco reajustes tarifários

concedidos pela ANEEL à concessionária de energia elétrica do Estado, Energisa Mato Grosso S.A. (EMT) conforme Quadro 2.

Quadro 2: Percentuais de reajustes tarifários aplicados pela Energisa nos últimos cinco anos.

| Ano | Taxa de Reajuste Tarifário (%) |
|------|--------------------------------|
| 2014 | 11,16 |
| 2015 | 22,08 |
| 2016 | 9,15 |
| 2017 | -1,85 |
| 2018 | 14,04 |

Fonte: Energisa (2019).

No *site* Portal Solar, insere-se os 2.388 KWh de consumo médio obtidos nas faturas de energia elétrica das 3 UC's, referência janeiro/2019 emitido pela concessionária, onde consta em um campo da mesma "média últimos meses (kWh)", obtendo-se um valor de R\$ 84.399,00, que é um preço médio praticado no mercado de energia solar para construção de um

sistema gerador de energia fotovoltaica (PORTAL SOLAR, 2019). De acordo com os dados do Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas da América Latina (IDEAL), a composição do sistema fotovoltaico (SFV) está mostrada na tabela 1 (IDEAL/AHK-RJ (2018)).

Tabela 1: Composição do sistema fotovoltaico e o rateio de cada componente da composição

| Composição típica do SFV | % | Diluição do Valor (R\$) |
|---|----|-------------------------|
| Estruturas metálicas de suporte telhado | 10 | 8.433,90 |
| Projeto e instalação | 14 | 11.807,46 |
| Outros (instalações, proteções, etc.) | 7 | 5.903,73 |
| Custos e despesas administrativas | 10 | 8.433,90 |
| Módulos fotovoltaicos | 38 | 32.048,82 |
| Inversores | 21 | 17.711,19 |
| Valor total do investimento R\$ | | 84.339,00 |

Fonte: IDEAL/AHK-RJ (2018).

Pelo *site* Portal Solar, o valor de R\$ 84.339,00, considera-se 60 módulos solar de potência 330Wp cada, com a potência instalada de 19,80 kWp. O SFV tem uma vida útil de 25 anos, o que por si só, torna-se muito interessante, por sugerir uma longa vida útil do sistema. Utilizou-se nos módulos solares, o modelo YGE 72 CELL SERIES 2, com formato 1.960mm x 992mm x 40mm (comprimento x largura x altura). Como são 60 módulos, a área ocupada pelo sistema é de aproximadamente de 120 m².

Ao posicionar os módulos fotovoltaicos, deve-se garantir a orientação e inclinação ideais, assim como, evitar ao máximo pontos de sombra sobre o sistema. A orientação em direção do Norte geográfico, para que os módulos fiquem expostos à luz solar uma maior quantidade de horas possível ao longo do ano. E a inclinação para maximizar a geração de energia, o ângulo ideal de inclinação equivale ao valor da latitude do local de instalação. No caso da localização da propriedade em estudo, a inclinação dos módulos deve ser de aproximadamente de 17 graus (Figura 1).



Figura 1: Localização da possível instalação dos módulos fotovoltaicos

A escolha do local para a instalação, e o posicionamento dos painéis são fatores extremamente decisivos na eficiência do sistema. Na propriedade em estudo, a opção pode ser escolhida tanto no telhado quanto no solo. O ideal é escolher locais livres de estruturas que possam causar sombreamento a qualquer horário do dia, tais como árvores, ressaltos e edificações vizinhas. O telhado tem um melhor aproveitamento da insolação, enquanto que, de acordo com Souza (2018) a instalação de geradores fotovoltaicos no solo exige a escolha e o projeto do tipo de fundação mais adequado. Ainda, segundo Souza (2018), A fundação tem por objetivo manter a orientação adequada da estrutura de suporte do gerador fotovoltaico com relação ao sol e evitar danos ao conjunto durante ventos fortes. Ao se escolher a fundação mais indicada para a montagem de um gerador, deve-se considerar fatores como o acesso ao local, condições climáticas extremas, a topografia, as propriedades do solo, o código de obras local e a disponibilidade de mão de obra, dentre outros fatores que aumentariam por demais os custos para construção em praticamente 100%. Com isso, o telhado torna-se a melhor opção.

Na figura 1 tem-se metade do telhado caracterizado uma possível instalação para o arranjo dos painéis fotovoltaicos, onde fica o barracão que armazena as bananas colhidas, equipamentos e máquinas, cujas dimensões são 17 x 25 m, sendo que os módulos podem ser instalados em um lado do telhado, chamado de água, aquele voltado para o Norte geográfico, para melhor aproveitamento na geração de energia elétrica.

A base de dados para a determinação dos valores das partes da composição típica de um SFV foi o período de 2014 até 2018, com um percentual de reajuste por kWh no período de 10,91%. Esse foi a TMA aplicada para a análise do investimento. O valor da

tarifa com os tributos usados foi a média das três unidades consumidoras, pois, são de diferentes classes de consumo (residencial, residencial rural e rural agropecuária), sendo uma monofásica de valor R\$ 0,520830 o kWh, a bifásica com valor R\$ 0,821030 o kWh e a trifásica, o valor de R\$ 0,422200 o kWh, resultando um valor médio de tarifa de R\$ 0,588020.

Em relação aos 2.388 kWh encontrados, que é a média da soma das três UC's, embutidos a disponibilidade energética nesse total, e então, para definir como atrativo um projeto em que o fluxo esperado de benefícios financeiros, deve superar o valor inicialmente investido no projeto (TREASY, 2018). Não se pode deixar de retirar o custo de disponibilidade da classe de consumo, que são o mínimo de kWh cobrados pela concessionária, mesmo o consumidor não usando o sistema. Tem-se para os tipos de categorias o mínimo cobrado pela sua disponibilidade: o monofásico de 30 kWh, bifásico 50 kWh e, o trifásico de 100 kWh. Retirando o valor da disponibilidade das três unidades consumidoras, que somados dá um total de 180 kWh, do valor inicial encontrados de 2.388 kWh, retira-se a soma da disponibilidade da UC's, ficando o valor de kWh usado para avaliar os benefícios financeiros acerca do SFV, num total de 2.208 kWh.

Tabela 2: Demonstrativo do fluxo de caixa para análise do investimento e cálculo do *payback*, do VPL e do TIR

| A | T | Consumo | Tarif | Compensação | Fluxo de caixa |
|---|---|---------|-------|-------------|----------------|
| 0 | | | | -84.339,00 | -84.339,00 |
| 1 | 0 | 2208 | 1.29 | 15.580,18 | -68.758,82 |
| 2 | 0 | 2208 | 1.44 | 17.279,98 | -51.478,85 |
| 3 | 0 | 2208 | 1.59 | 19.165,22 | -32.313,63 |
| 4 | 0 | 2208 | 1.77 | 21.256,15 | -11.057,48 |
| 5 | 0 | 2208 | 1.96 | 23.575,19 | 12.517,71 |
| 6 | 0 | 2208 | 2.17 | 26.147,25 | 38.664,96 |
| 7 | 1 | 2208 | 2.41 | 28.999,91 | 67.664,87 |
| 8 | 1 | 2208 | 2.68 | 32.163,80 | 99.828,67 |
| 9 | 1 | 2208 | 2.97 | 35.672,87 | 135.501,54 |
| 1 | 1 | 2208 | 3.29 | 39.564,78 | 175.066,32 |
| 1 | 1 | 2208 | 3.65 | 43.881,30 | 218.947,62 |
| 1 | 1 | 2208 | 4.05 | 48.668,75 | 267.616,36 |
| 1 | 2 | 2208 | 4.49 | 53.978,51 | 321.594,87 |
| 1 | 2 | 2208 | 4.98 | 59.867,56 | 381.462,43 |
| 1 | 2 | 2208 | 5.53 | 66.399,11 | 447.861,55 |
| 1 | 2 | 2208 | 6.13 | 73.643,26 | 521.504,81 |
| 1 | 3 | 2208 | 6.80 | 81.677,74 | 603.182,54 |
| 1 | 3 | 2208 | 7.54 | 90.588,78 | 693.771,32 |
| 1 | 3 | 2208 | 8.37 | 100.472,01 | 794.243,34 |
| 2 | 4 | 2208 | 9.28 | 111.433,51 | 905.676,85 |
| 2 | 4 | 2208 | 10.2 | 123.590,91 | 1.029.267,75 |
| 2 | 5 | 2208 | 11.4 | 137.074,67 | 1.166.342,43 |
| 2 | 5 | 2208 | 12.6 | 152.029,52 | 1.318.371,95 |
| 2 | 6 | 2208 | 14.0 | 168.615,94 | 1.486.987,89 |
| 2 | 7 | 2208 | 15.5 | 187.011,94 | 1.673.999,83 |

A opção de cálculo foi o Excel para a composição e cálculo do quadro demonstrativo. O ano refere-se a vida útil do SFV, a tarifa kWh foi feita como base o composição do reajuste tarifário dos últimos cinco anos da concessionária local (Energisa Mato Grosso S.A.), consumo médio kWh/mês, que já vem descontada a disponibilidade de uso no sistema elétrico, a tarifa mensal é o número de kWh multiplicado pela tarifa, a compensação energética anual, é o valor da tarifa mensal multiplicado por 12 (meses do ano) e, por fim, obtém-se o fluxo de caixa acumulado, que desconta o valor inicial do investimento.

Segundo Hoji (2014, p. 167), "... para dar suporte às decisões de investimento, as análises de viabilidade econômica devem ser feitas com métodos e critérios que demonstrem com bastante clareza os retornos sobre os investimentos, considerando os níveis riscos assumidos...".

Com o demonstrativo geral montado na tabela 2 pode-se, através da ferramenta computacional do Excel, determinar o *payback*, o VPL e o TIR e,

finalmente, fazer as devidas análises sobre o investimento requerido pelo produtor rural de banana.

O *payback* descontado considera o valor do dinheiro no tempo, atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de atratividade, trazendo os fluxos a valor presente, para depois calcular o período de recuperação (BRUNI, 2018).

De acordo o quadro demonstrativo, o valor do investimento ficará nulo entre o quarto e o quinto ano, o *payback* dá-se entre o sétimo e oitavo ano do projeto. Pela análise gráfica é possível saber mais precisamente a época que acontece o *payback* (Figura 2).

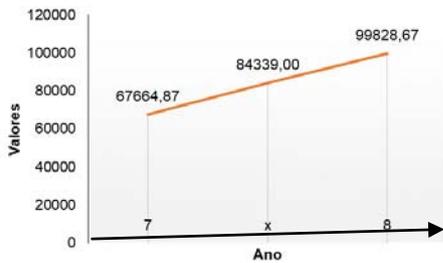


Figura 2: Gráfico demonstrativo do *payback* para determinar o tempo de pagamento do investimento com taxa do IPCA e SELIC

Matematicamente, pode-se encontrar o valor exato do *payback* através de proporção entre triângulos semelhantes, como na figura 2

$$\frac{x}{(84339 - 67664,87)} = \frac{8 - 7}{99828,67 - 67664,87}$$

Obtendo-se o resultado $x = 0,52$ anos, que somado ao valor inferior 7 anos, encontra-se precisamente o *payback*, isto é, o retorno do investimento inicial, que será 7,52 anos, ou 7 anos, 6 meses e 6 dias.

A medida do Valor Presente Líquido (VPL) é obtida pela diferença entre o valor presente dos benefícios líquidos de caixa, previsto para cada período do horizonte de duração do projeto e o valor presente do investimento (ASSAF NETO e LIMA, 2011).

Conforme a análise de critérios de decisão do VPL, tem-se:

- $VPL > 0$; projeto cria valor econômico;
- $VPL = 0$; projeto não cria valor econômico E;
- $VPL < 0$; projeto destrói valor econômico.

Por meio do uso da tabela 2 do demonstrativo de fluxo de referência, e com o uso do *Excel*, encontra-

se VPL com um valor de R\$ 266.850,66. Como o VPL deu maior do que zero, sinal que o projeto cria valor econômico.

Para a TIR (Taxa de Retorno de Investimento) que, segundo Gitman (2010), é a taxa de retorno anual composta, que a empresa obterá se investir no projeto e receber as entradas de caixa previstas. Também o TIR tem os seguintes critérios de decisão em relação à taxa mínima de atratividade (TMA):

- $TIR > TMA$; aceitar projeto;
- $TIR < TMA$; rejeitar Projeto.

Usando a tabela 2 do demonstrativo de fluxo, ainda, com o uso do *Excel*, encontra-se a TIR igual a 29%, maior do que TMA para esse projeto, que é de 10,91%. A figura 3 apresenta graficamente essas análises.

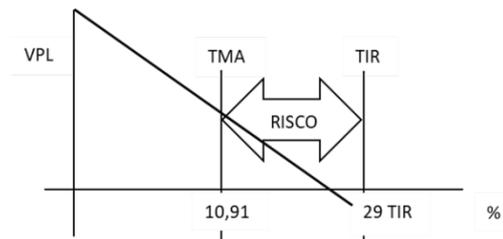


Figura 3: Gráfico da TMA e TIR, sinalizando o risco do investimento

A relação entre o TMA e a TIR pode ser descrita, como quanto mais próximas forem, maior será o risco de o projeto não dar certo e, quanto mais distante, melhor para a validação do projeto.

A tabela 4 apresenta um resumo dos resultados da análise de viabilidade desenvolvida para SFV a ser implantado.

Tabela 4: Resumo geral da análise de viabilidade do projeto do SFV, com os valores encontrados do TMA, VPL, TIR

| Investimento Inicial | R\$ 84.339,00 |
|---|----------------|
| TMA (reajuste médio tarifa 2014 a 2018) | 10,91% |
| VPL (Valor presente Líquido) | R\$ 266.850,66 |
| TIR (Taxa interna de retorno) | 29% |

Pelo desenvolvimento dos cálculos, efetuou-se como base o reajuste tarifário concedido pela ANEEL à concessionária de energia elétrica Energisa. Para consolidação da análise, acessou-se o site do Banco Central, no relatório de expectativas de mercado, obtendo-se para o horizonte de 2019 a 2022, valores do índice do IPCA e da taxa SELIC, para uma nova TMA, conforme visto no quadro 3.

Quadro 3: Percentuais do relatório de expectativa de mercado do banco central do IPCA e da SELIC, no horizonte de 2019 a 2022

| Ano | IPCA(%) | SELIC (%) |
|-------|---------|-----------|
| 2019 | 4,04 | 6,50 |
| 2020 | 4,00 | 7,50 |
| 2021 | 3,75 | 8,00 |
| 2022 | 3,75 | 8,00 |
| Média | 3,88 | 7,50 |

O TMA foi obtido da média aritmética dos anos apontados no Quadro 3, sendo que para o IPCA foi obtido 3,88% e para a taxa SELIC, o valor de 7,50%. Então, a partir desses dados iniciais foi montado novamente o demonstrativo de fluxos de caixas de análise de investimentos para essas taxas, obtendo-se o *payback*, VPL e TIR de cada taxa. A figura 4 apresenta os gráficos demonstrativos relativos ao IPCA e à taxa SELIC do *payback* para o pagamento do investimento.

Pelo gráfico da figura 4, o resultado obtido para a taxa do IPCA de $x = 0,21$ ano encontrou o retorno do investimento em 9,21 anos, ou 9 anos, 2 meses e 16 dias. Já, para a taxa SELIC houve uma coincidência, encontrando também $x = 0,21$ ano, o que determinou o retorno do investimento em 8,21 anos, ou 8 anos, 2 meses e 16 dias.

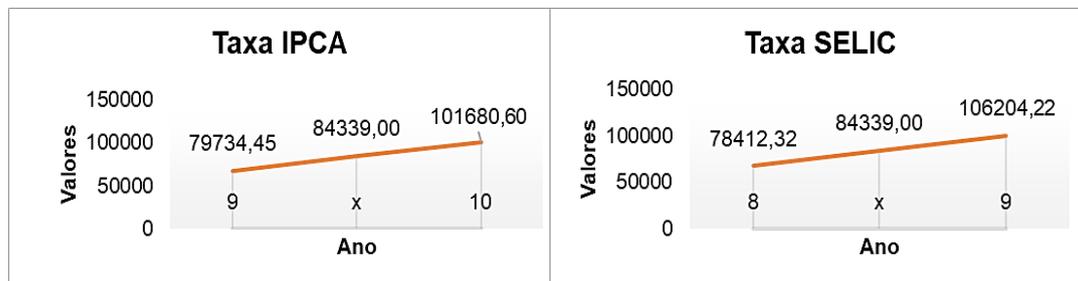


Figura 4: Gráfico demonstrativo do *payback* para determinar o tempo de pagamento do investimento com a taxa do IPCA e SELIC.

Para o resultado do VPL, conforme procedimento efetuado na tabela 2 do demonstrativo de referência, o cálculo foi realizado com o uso do *Excel*, encontrando para o índice do IPCA um valor de R\$ 290.617,15, e para a taxa SELIC um valor de R\$ 277.990,72. Ambos os valores encontrados produziram um VPL > 0, validando a execução do projeto.

A tabela 5, apresenta um resumo dos resultados das análises de viabilidade desenvolvida relativa ao SFV, para um TMA referente ao valor dos reajustes tarifários concedidos à Concessionária de energia, e valores do relatório do Banco Central do Brasil, de expectativas de mercado para um cenário de 2019 a 2022, sendo o IPCA e a taxa SELIC como referências para os cálculos.

Conforme visto na tabela 2, e no gráfico da figura 5, observa-se que a taxa de retorno de investimento TIR é maior do que o TMA, induzindo a aceitação do projeto. Em relação à análise conjunta do índice IPCA e da taxa SELIC, ambos os resultados foram maiores do que os TMA, implicando na aceitação do projeto.

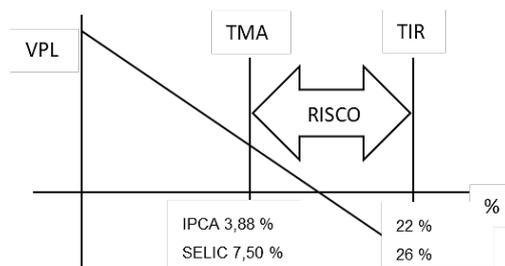


Figura 5: Comparativo do TMA e TIR sinalizando ausência de risco no projeto

Tabela 5: Resumo geral dos resultados obtidos na análise da viabilidade do SFV devido ao reajuste tarifário da Concessionária, relativos ao IPCA e a taxa SELIC

| Investimento Inicial | TMA | (%) | VPL (R\$) | TIR (%) |
|----------------------|-----------------------------|-------|------------|---------|
| R\$ 84.330,00 | Reajuste tarifa (2014-2018) | 10,91 | 266.850,66 | 29 |
| | IPCA (2019 -2022) | 3,88 | 290.617,15 | 22 |
| | SELIC (2019 - 2022) | 7,50 | 277.990,72 | 26 |

Observa-se pela tabela 5, que os cálculos demonstraram viabilidade para realizar as tomadas de decisões em aceitar ou rejeitar um projeto, e nos três índices de TMA escolhidos para a análise de viabilidade financeira foram satisfatórios.

Caso o produtor da Bananicultura resolva fazer um financiamento em sua propriedade, o mesmo tem a opção de um crédito voltado para o desenvolvimento econômico e social da Região Centro Oeste, chamado de FCO (Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste), é um fundo de crédito, criado pela Constituição Federal de 1988. As empresas e os produtores rurais que desejam iniciar, manter ou aumentar atividades produtivas na Região podem contar com o FCO para financiamento de seus empreendimentos, com longo prazo de pagamento e taxas de juros menores que os aplicados no mercado.

O Banco Central do Brasil através da Resolução nº 4.674, de 26 de junho de 2018 (BRASIL, 2018) define os encargos financeiros e o bônus de adimplência das operações rurais realizadas com recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento para o período de 1º de julho de 2018 a 30 de junho de 2019, e no Art. 1º Os encargos financeiros das operações rurais do FCO de que trata o art. 1º da Lei nº 10.177, de 12 de janeiro de 2001, (BRASIL, 2001), contratadas no período de 1º de julho de 2018 a 30 de junho de 2019, são os seguintes:

1. Nas operações com a finalidade de investimento, inclusive com custeio ou capital de giro associado:
 - Para produtores rurais e suas cooperativas de produção com receita bruta anual de até R\$16.000.000,00 (dezesesseis milhões de reais): taxa efetiva de juros prefixada de até 5,86% a.a. (cinco inteiros e oitenta e seis centésimos por cento ao ano); ou taxa pós-fixada composta de parte fixa de até 0,19% a.a (dezenove centésimos por cento ao ano), acrescida do Fator de Atualização Monetária (FAM);

Para as situações encontradas ao investimento do SFV, usamos como referências aos indicadores a taxa do reajuste tarifário dado a concessionária, IPCA e SELIC, que foram os TMA de análise. Todas dando o aceite ao projeto. Para situar-se na posição do proprietário da bananicultura, ao invés de um pagamento a vista, o mesmo fazendo um financiamento para a geração fotovoltaica, e pegando na linha de

crédito do FCO, colocando juros de 5,86% e a linha de tempo do financiamento sendo de 20 anos.

Diversamente dos 25 anos conforme vida útil do SFV, o enquadramento do projeto fica de acordo com uma das linhas do Fundo. O máximo de 20 anos, estipulado pela linha de crédito do financiamento e definido na Programação do FCO, para um efeito comparativo introduziremos a taxa por dentro, onde as taxas anteriores serão divididas pela taxa do FCO, dando o novo TMA. E recalculando para as novas análises e viabilidades do investimento na geração fotovoltaica da propriedade rural. Divide-se em três situações para novas análise, que são:

- 1ª Situação: Reajuste tarifário com o FCO.

$$TMA\ Novo = \frac{Reajuste\ Tarifário}{FCO} = \frac{1,1091}{1,0586} = 1,047704$$

Dando um novo TMA para efeito de cálculo, sendo o valor de 4,77% e assim faz-se os mesmos procedimentos conforme quadro demonstrativo de fluxo visto anteriormente em outro TMA's. Determina-se os indicadores para análise.

Tabela 6: Demonstrativo do fluxo de caixa para análise do investimento e cálculo do *payback*, do VPL e do TIR, taxa por dentro Tarifa/FCO

| Ano | Tarifa kwh/FCO | Consumo médio kwhmês ⁻¹ | Tarifa mensal | Compensação energética anual | Fluxo de caixa acumulado |
|-----|-------------------|--|------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 0 | | | | -84.339,00 | -84.339,00 |
| 1 | 0,5880 | 2208 | 1.298,35 | 15.580,18 | -68.758,82 |
| 2 | 0,6143 | 2208 | 1.356,48 | 16.277,70 | -52.481,12 |
| 3 | 0,6418 | 2208 | 1.417,20 | 17.006,46 | -35.474,66 |
| 4 | 0,6706 | 2208 | 1.480,65 | 17.767,83 | -17.706,83 |
| 5 | 0,7006 | 2208 | 1.546,94 | 18.563,30 | 856,47 |
| 6 | 0,7320 | 2208 | 1.616,20 | 19.394,38 | 20.250,85 |
| 7 | 0,7647 | 2208 | 1.688,56 | 20.262,67 | 40.513,51 |
| 8 | 0,7990 | 2208 | 1.764,15 | 21.169,82 | 61.683,34 |
| 9 | 0,8348 | 2208 | 1.843,13 | 22.117,60 | 83.800,94 |
| 10 | 0,8721 | 2208 | 1.925,65 | 23.107,80 | 106.908,74 |
| 11 | 0,9112 | 2208 | 2.011,86 | 24.142,34 | 131.051,08 |
| 12 | 0,9520 | 2208 | 2.101,93 | 25.223,19 | 156.274,27 |
| 13 | 0,9946 | 2208 | 2.196,04 | 26.352,43 | 182.626,71 |
| 14 | 1,0391 | 2208 | 2.294,35 | 27.532,23 | 210.158,94 |
| 15 | 1,0856 | 2208 | 2.397,07 | 28.764,85 | 238.923,79 |
| 16 | 1,1342 | 2208 | 2.504,39 | 30.052,65 | 268.976,44 |
| 17 | 1,1850 | 2208 | 2.616,51 | 31.398,11 | 300.374,55 |
| 18 | 1,2381 | 2208 | 2.733,65 | 32.803,80 | 333.178,36 |
| 19 | 1,2935 | 2208 | 2.856,04 | 34.272,43 | 367.450,79 |
| 20 | 1,3514 | 2208 | 2.983,90 | 35.806,81 | 403.257,59 |

O *payback* torna-se nulo entre o 4 e 5 período e/ou ano, sendo que o valor do investimento retorna entre o 9º e 10º período. E abaixo nota-se que pela

nova taxa, e cálculo por dentro a TIR está maior que o TMA e o VPL deu um valor positivo. Então o projeto é viável.

Tabela 7: Resumo geral da análise de viabilidade do projeto do SFV, com os valores encontrados do TMA, VPL, TIR, taxa por dentro Tarifa/FCO

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Investimento Inicial | R\$ 84.339,00 |
| TMA (reajuste tarifário/FCO) | 4,70% |
| VPL (Valor presente Líquido) | R\$ 207.330,93 |
| TIR (Taxa interna de retorno) | 22% |

- 2ª Situação: IPCA com o FCO.

$$TMA\ Novo = \frac{IPCA}{FCO} = \frac{1,0388}{1,0586} = 0,9812$$

Dando um novo TMA para efeito de cálculo, sendo o valor de 98% e assim faz-se os mesmos procedimentos conforme quadro demonstrativo de fluxo visto anteriormente. Determina-se os indicadores para

análise. O *payback* torna-se nulo entre o 5º e 6º período e/ou ano, sendo que o valor do investimento retorna entre o 9º e 10º período. E abaixo nota-se que pela nova taxa, e cálculo por dentro a TIR está maior que o TMA e o VPL deu um valor negativo. Então o projeto tornou-se inviável.

Tabela 8: Resumo geral da análise de viabilidade do projeto do SFV, com os valores encontrados do TMA, VPL, TIR, taxa por dentro IPCA/FCO

| Investimento Inicial | R\$ 84.339,00 |
|---|----------------|
| TMA (reajuste médio tarifa 2014 a 2018) | 98% |
| VPL (Valor presente Líquido) | R\$ -67.785,52 |
| TIR (Taxa interna de retorno) | 22% |

- 3ª Situação: SELIC com o FCO.

$$TMA\ Novo = \frac{SELIC}{FCO} = \frac{1,075}{1,0586} = 1,01549$$

Dando um novo TMA para efeito de cálculo, sendo o valor de 1,5% e assim faz-se os mesmos procedimentos conforme quadro demonstrativo de fluxo visto anteriormente. Determina-se os indicadores para análise.

O *payback* torna-se nulo entre o 5 e 6 período e/ou ano, sendo que o valor do investimento retorna entre o 10º e 11º período. E abaixo nota-se que pela nova taxa, e cálculo por dentro a TIR está maior que o TMA e o VPL deu um valor positivo. Então o projeto tornou-se viável.

Tabela 9: Resumo geral da análise de viabilidade do projeto do SFV, com os valores encontrados do TMA, VPL, TIR, taxa por dentro SELIC/FCO

| Investimento Inicial | R\$ 84.339,00 |
|---|----------------|
| TMA (reajuste médio tarifa 2014 a 2018) | 1,55% |
| VPL (Valor presente Líquido) | R\$ 222.508,42 |
| TIR (Taxa interna de retorno) | 19% |

Pelo presente instrumentos de análise, nota-se que separadamente com os TMA's aplicados todos foram satisfatório, respondendo positivamente a aceitação do projeto. Quando se fez o cálculo na linha do FCO, como taxa por dentro, resultou no IPCA/FCO um valor negativo do VPL, tornando-se a inviabilidade nessa situação. Mediante os resultados demonstrados separadamente dos TMA's e dois de taxa por dentro de análise e perspectivas em relação ao investimento de um sistema fotovoltaico, torna-se viável tal sistema fotovoltaico.

IV. CONCLUSÃO

Nota-se que a geração distribuída, no caso geração de energia elétrica fotovoltaica no sistema de compensação de créditos, conforme a necessidade e oportunidade em que o produtor rural da bananicultura, fez-se despertar o interesse em investir no SFV, onde com o tempo os seus custos com energia elétrica vão sendo amortizados. Em relação à possível implantação do sistema fotovoltaico, em conjunto com a rede elétrica de energia na bananicultura verificou-se que essa traria contribuições positivas para o negócio e para a propriedade, visto que, o produtor irá economizar com gastos de energia, podendo realocar esses valores economizados em outras atividades e/ou investimentos.

Os resultados do presente estudo de caso, sinaliza que a instalação do SFV na bananicultura resultaria em benefícios futuros, entre eles, a economia com gastos de energia elétrica, a coparticipação entre

energia elétrica fornecida pela Concessionária e aquela fornecida pelo SFV.

Finalmente, uma das grandes contribuições deste trabalho, é que, além da economia com as tarifas de energia elétrica praticada no estado de Mato Grosso, que é bem onerosa, é a consciência do proprietário decorrente da contribuição ambiental do investimento por gerar uma energia limpa e renovável.

REFERENCES RÉFÉRENCES REFERENCIAS

1. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília, DF, 18 de abril de 2012.
2. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 de novembro de 2015.
3. ASSAF NETO, A.; LIMA, F. G. Curso de administração financeira. São Paulo: Atlas, 2011. 836p.
4. BRASIL. Lei nº 10.177, de 12 de janeiro de 2001. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 de janeiro de 2001. Seção 1, p. 1.
5. BRASIL. Lei nº 13.169, de 6 de outubro de 2015a. Altera a Lei nº 7.689, de 15 de dezembro de 1988, para elevar a alíquota da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 out. 2015. Seção 1.
6. BRASIL. Ministério da Economia. Conselho Nacional de Política Fazendária. Convênio ICMS 16,

- de 22 de abril de 2015b. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr.15. Despacho 79/15.
7. BRASIL. Resolução nº 4.674, de 26 de junho de 2018. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 de junho de 2018. Edição: 123, Seção: 1, p. 21.
 8. BRUNI, A. L. Avaliação de investimentos. 3ed. São Paulo: Atlas, 2018. 528p.
 9. BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.). Cadeia Produtiva de Frutas. Agronegócios, Brasília: IICA:MAPA/SPA, 2007. V. 7. 102p. Série Agronegócios.
 10. ENERGISA/MT. Histórico de reajuste tarifário em Mato Grosso. 2019. Cuiabá, 2019. [online]. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Documents/Mato%20Grosso/Hist%C3%B3rico%20de%20Reajuste%20Tarif%C3%A1rio%20-%20EMT.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2019.
 11. FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 33, n. especial, 1, p. 109–120, 2011.
 12. GITMAN, L. J. Princípios da administração financeira. 12ed. São Paulo: Pearson, 2012. 800p.
 13. GOMES, H. P. Sistema de Irrigação: Eficiência Energética. João Pessoa: Editora da UFPB, 2013. 281p.
 14. HOJI, M. Administração financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial. 11ed. São Paulo: Atlas, 2014. 608p.
 15. IDEAL/AHK-RJ. Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina/Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha do Rio de Janeiro. O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica. Edição 2018. Rio de Janeiro, 2018. [online]. Disponível em: <<https://institutoideal.org/o-mercado-brasileiro-de-geracao-distribuida-fotovoltaica-edicao-2018/>>. Acesso em: 14 jan. 2019.
 16. PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. Atlas brasileiro de energia solar. 2ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 88p.
 17. PORTAL SOLAR. Financiamento para energia solar BV: formulário. São Paulo, 2018. [online]. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/financiamento-energia-solar.html>>. Acessado em: 14 mar. 2019.
 18. SOUZA, G. W. R. Estudo de instalação de sistema fotovoltaico em edificação de pequeno porte. 2018. 74f. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Civil) — Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
 19. TREASY. Indicadores financeiros para análise de investimentos. Joinville:Treasy, 2018. 14p.
- Trindade, A. V.; Borges, A. L.; Teixeira, A. H. C.; Matos, A. P.; Ritzinger, C. H. S. P.; Almeida, C. O.; Costa, D. C.; Costa, E. L.; Alves, É. J.; Coelho, E. F.; Matsuura, F. C. A. U.; Santos-Serejo, J. A.; Carvalho, J. E. B.; Souza, J. S.; Souza, L. S.; Santana, M. A.; Lima, M. B.; Pereira, M. E. C.; Fancelli, M.; Folegatti, M. I. S.; Missner Filho, P. E.; Silva, S. O.; Medina, V. M.; Cordeiro, Z. J. M. In: Borges, A. L.; Souza, L. S. (Eds.). O Cultivo da Bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 279p.