



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO CONTÁBIL E FINANCEIRA**



**JOÃO FELIPE GAVA**

# **ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA NA IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO**

**PATO BRANCO**

**2019**

**JOÃO FELIPE GAVA**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA NA  
IMPLANTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Contábil e Financeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – *Câmpus* Pato Branco.

Orientador (a): Profa. Dra. Priscila Rubbo.

**PATO BRANCO**

**2019**



## TERMO DE APROVAÇÃO

Análise de Viabilidade Econômica e Financeira na Implantação de Energia Solar Fotovoltaica

Nome do Aluno: **João Felipe Gava**

Esta monografia de especialização foi apresentada às 19:00 horas, no dia 03 de outubro de 2019, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Gestão Contábil e Financeira, do Departamento de Ciências Contábeis - DACON, no Curso de Ciências Contábeis da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

---

(Aprovado, Aprovado com restrições, ou Reprovado).

---

Prof. Dra. Priscila Rubbo  
Orientadora

---

Prof. Dr. Sandro César Bortoluzzi  
Avaliador - UTFPR

---

Prof. Dr. Luiz Fernande Casagrande  
Avaliador UTFPR

**OBS: O ORIGINAL ENCONTRA-SE ASSINADO NA COORDENAÇÃO DO CURSO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

À minha orientadora professora Priscila Rubbo, que me orientou, pela sua disponibilidade, interesse e receptividade com que me recebeu e pela prestabilidade com que me ajudou.

Agradeço aos pesquisadores e professores do curso de Especialização em Gestão Contábil e Financeira, professores da UTFPR, *Campus Pato Branco*.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

## RESUMO

GAVA, João Felipe. Análise de Viabilidade Econômica e Financeira na Implantação de Energia Solar Fotovoltaica. 2019. 23 de folhas. Monografia (Especialização em Gestão Contábil e Financeira). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

O presente trabalho objetivou analisar a viabilidade econômica e financeira de um Projeto de Investimento na implantação de sistema de energia solar fotovoltaica em uma empresa do setor moveleiro no sudoeste do Paraná. A análise do investimento em estudo foi realizada utilizando-se a Metodologia Multi-Índice por meio do sistema *Web \$AVEP*. Os dados da pesquisa foram coletados de forma documental, por meio de faturas de energia elétrica e orçamento de empresa especializada no ramo de energia solar. Para a análise determinística do projeto e formação do Fluxo de Caixa, foi considerado o período de 25 anos, devido a expectativa de vida útil dos equipamentos. Os resultados encontrados apontam que há viabilidade econômica e risco médio na implantação desse sistema, pois o Valor Presente Líquido apresenta ser 37,35% maior que o seu capital investido. A análise preliminar realizada mostrou que a decisão de investir nesse empreendimento se apresenta como uma boa opção de investimento, sendo recomendada a sua implementação.

**Palavras-chave:** *Viabilidade econômico-financeira. Energia solar. Metodologia multi-índice.*

## **ABSTRACT**

GAVA, João Felipe. Economic and Financial Viability Analysis on the Implementation of Photovoltaic Solar Energy. 2019. 23 pages. Monography (Specialization in Accounting and Financial Management). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

The present work aimed to analyze the economic and financial viability of an Investment Project in the implementation of a photovoltaic solar energy system in a company of the furniture sector in the southwest Paraná. The analysis of the studied investment was carried out using the Multi-Index Methodology through the Web \$ AVEP system. The research data were collected in a documental method, through electricity bills and the budget from a company specialized in the solar energy business. For the deterministic analysis of the project and formation of the Cash Flow, a period of 25 years was considered, due to the expected useful life of the equipment. The results found indicate that there is economic viability and average risk on the implementation of this system, since the Net Present Value is 37.35% higher than its invested capital. The preliminary analysis done showed that the decision to invest in this enterprise is presented as a good investment option, and its implementation is recommended.

**Keywords: Economic and financial viability. Solar energy. Multi-index methodology.**

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Mensuração De Benefícios Adquiridos Com Sistema Solar Fotovoltaico Nos Próximos 25 Anos .....	19
Tabela 2 – Fluxo de Caixa .....	20

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	12
2.2 ESTUDO DE VIABILIDADE COM MODELO MULTI-ÍNDICE.....	13
2.3 VIABILIDADE DE INVESTIMENTO EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	15
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	16
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	18
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24



## 1 INTRODUÇÃO

O interesse na área de pesquisas da indústria do setor energético foi destacado pela revista *Tecnologia e Sociedade*, pois em decorrência do desenvolvimento econômico e social em países emergentes a energia se tornou um fator imprescindível. Tendo em conta a crise do petróleo, as preocupações sócio ambientais e a poluição do ar por emissão de gases, buscar novas fontes de energia renováveis se fez necessário e se caracterizou como força motriz em pesquisa e desenvolvimento de energias renováveis, nesse contexto a energia solar se apresenta atualmente como a fonte de energia mais abundante, limpa e inesgotável (AZEVEDO; NEGREIROS; JÚNIOR, 2018).

O Brasil possui potencial energético solar substancialmente maior do que o dos países de primeiro mundo. É um país privilegiado com um dos melhores recursos solares do planeta. De acordo com apresentação de dados por meio infográfico da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), publicado em 02 de julho de 2019, a partir de dados oficiais, hoje, já são mais de 2.000 megawatts (MW) em usinas de geração centralizada solar fotovoltaica em operação no Brasil. Entretanto, esse número representa apenas 1,2% de toda energia elétrica produzida no país.

Ainda que a economia desse projeto seja superior que as aplicações financeiras para sua instalação, é importante salientar que, os benefícios da tecnologia solar fotovoltaica vão, no entanto, muito além das reduções na conta de luz, abrangendo aspectos econômicos, sociais, ambientais, elétricos e estratégicos.

Existem algumas ferramentas que auxiliam a tomada de decisão dos gestores sobre os investimentos, tais ferramentas dão segurança na alocação dos recursos, na maximização dos lucros e procuram evitar desperdícios (Sousa, et al. 2017). Para realizar um Projeto de Investimento (PI), a literatura aponta a metodologia clássica, a teoria das operações reais e a metodologia multi-índice.

Considerando o desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica e a busca por energias cada vez mais sustentáveis, este trabalho busca analisar a viabilidade econômica e financeira do PI na instalação de painéis fotovoltaicos para geração de energia solar em uma indústria moveleira no sudoeste do Paraná (PR).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar é uma fonte de energia natural, limpa e infinita. São inúmeros os benefícios econômicos, sociais, ambientais, elétricos e estratégicos que esse sistema pode fornecer para as pessoas, empresas, governo e à sociedade. Alguns dos pontos que se destacam é o baixo impacto ambiental, desenvolvimento sustentável, por meio da geração de eletricidade limpa, renovável e sustentável sem a emissão de gases de efeito estufa, sem resíduos e sem ruídos (SAUAIA, 2019). O sistema solar fotovoltaico é uma das melhores tecnologias de obtenção de energia, pois ela apresenta melhor desempenho na captação do poder do sol, pois ela é gerada pela conversão direta da radiação solar em eletricidade (AZEVEDO; NEGREIROS; JÚNIOR, 2018).

No sistema fotovoltaico o fenômeno é gerado em decorrência da absorção da luz solar que ocasiona diferença de potencial na estrutura do material semicondutor. Essa captação se dá pelos painéis ou módulos solares, os quais, são formados por um conjunto de células fotovoltaicas associadas eletricamente em série ou paralelo, sendo eles principais componentes do sistema fotovoltaico. Quando agrupados, seu conjunto é denominado como gerador fotovoltaico constituindo a primeira parte do sistema, a qual consiste em captar a irradiação solar (ALMEIDA *et al*, 2016).

Os sistemas fotovoltaicos se apresentam de três formas. Os sistemas autônomos ou isolados, denominados *off grid*, os quais não dependem de rede elétrica, os sistemas ligados à rede, denominados *on grid*, que trabalham concomitantemente a rede elétrica e os sistemas híbridos o qual apresenta-se mais complexo e necessita interagir com demais formas de produção de energia (ALMEIDA *et al*, 2016).

A instalação do sistema de energia fotovoltaica é simples e permite ao consumidor gerar sua própria energia. Porém esse tipo de energia é sazonal e dependente das condições climáticas, já que, por exemplo, a incidência de sol é maior no verão que em outras épocas do ano. Outro fator relevante é que as células fotovoltaicas não armazenam energia e, desta forma, se não houver exposição solar não haverá geração de energia (AZEVEDO; NEGREIROS; JÚNIOR, 2018).

Corroborando faz-se interessante apontar que o Brasil é um dos poucos países no mundo que recebe maior número de horas de brilho do sol, superando três mil horas por ano, em especial a região nordeste que possui média diária de incidência entre 4,5 e 6 kWh, fator qual, colocaria o país dentre os destaques na produção de energia solar (RELLA, 2017).

Embora ainda incipiente no Brasil a geração de energia solar pelo sistema fotovoltaico tem recebido enfoque. Silva (2015) destaca alguns incentivos governamentais para a implementação desta tecnologia no país. De maneira bastante ampla pode obter incentivos como descontos no uso dos sistemas de transmissão, vender a energia gerada a consumidores especiais, compensar a energia injetada na rede com a energia elétrica consumida. Também é possível fazer a isenção de Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS), de PIS/PASEP em certas circunstâncias, reduzir o Imposto de Renda (IR), além de oferecer condições diferenciadas de financiamentos no BNDES, no fundo nacional, do Inova Energia e Caixa Econômica Federal, dentre outros benefícios.

Em tempos que precisamos nos preocupar cada vez mais com a saúde do nosso planeta, a busca por soluções rentáveis, escaláveis e sustentáveis são desafios cruciais enfrentados no mundo todo. No setor elétrico, não é diferente. Segundo Koloszuk e Sauaia (2019), “a tecnologia solar fotovoltaica, sobretudo na geração distribuída aplicada em telhados, fachadas e terrenos, reúne de forma excepcional esses atributos”. Neste contexto a tecnologia solar fotovoltaica se apresenta como uma alternativa interessante, valendo-se de estudo de viabilidade do investimento

## 2.2 ESTUDO DE VIABILIDADE COM MODELO MULTI-ÍNDICE

Para que os gestores tomem as decisões seguras no que se refere à investimento faz-se necessário os estudos de viabilidade (FRANÇA *et al*, 2012). Em se tratando de viabilidade da implantação de sistema fotovoltaico a análise de investimento reduz sumariamente as incertezas (SOUZA JUNIOR *et al*, 2019).

Gularte *et al* (2017) assinala que existem vários métodos para realizar uma análise de investimento, e o classifica em três categorias, o Método Clássico (MC), a Teoria das Opções Reais (TOR) e a Metodologia Multi-índice (MMI). Para Souza e Clemente, *apud* Sousa *et al* (2017, p. 8), “a MMI permite confrontar o grau de risco

envolvido com o retorno esperado, medindo se o retorno é atrativo perante o risco, para a avaliação de aceitação ou rejeição do projeto”.

A MMI consiste no uso simultâneo de dois conjuntos de indicadores para representar as dimensões de risco e retorno de certo PI, resultando em informações mais consistentes (SOUZA; CLEMENTE, 2008; apud GULARTE *et al*, 2016). O conjunto dos indicadores de retorno é composto por: Valor Presente Líquido (VPL), VPL Anualizado (VPLA), o Índice Benefício/Custo (IBC), o Retorno Adicional Proporcionado pela Decisão de Investir (ROIA), o Índice ROIA/Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Já os indicadores de riscos são constituídos por Índice TMA/Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice Payback/N (representando a fração de vida útil necessária para a recuperação do capital investido), o Grau de Comprometimento da Receita (GCR) e os índices de Risco de Negócio e Risco de Gestão.

Recentemente, Lima *et al* (2015, apud GULARTE *et al*, 2016) incorporaram à MMI alguns índices para uma análise de sensibilidade, passando a denominá-la de Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA). Para Correia Neto (2009; apud GULARTE *et al*, 2016) “a análise de sensibilidade quantifica a vulnerabilidade dos resultados do projeto em relação às mudanças em uma variável, mantendo as demais inalteradas”. Segundo Lima *et al* (2015, apud GULARTE *et al*, 2016, p. 3) “Quando uma pequena variação em um parâmetro muda drasticamente a lucratividade de um PI, diz-se que esse é muito sensível ao parâmetro, logo, é importante concentrar esforços para obter menos dados incertos”. O Objetivo da análise de sensibilidade é ficar de mais fácil compreensão os riscos em que o empreendimento está submetido.

O VPL é a diferença existente entre o valor presente das entradas líquidas de caixa que estão associadas ao projeto e ao investimento inicial necessário para o cálculo. O benefício do VPL aparece na tomada de decisão, pois ele orienta o gestor na maximização da riqueza da organização. Outra ferramenta de mensuração é a TIR, ela é bastante utilizada no orçamento de capital, pois como o termo indica, mensura a taxa exigida de retorno, ela auxilia na representação da rentabilidade em termos de taxa de juros (SOUZA JUNIOR *et al.*, 2019).

O IBC, segundo Brobouski (2004, apud SOUSA *et al*, 2017, p. 8) “visa, em parte, corrigir a deficiência do VPL e do VPLA, que é a de expressarem o retorno em valores absolutos”. Em resumo, esse índice compara o fluxo de caixa no tempo

presente em relação ao valor do capital investido, em valores descapitalizados à TMA, medindo assim, a perspectiva de ganho para cada unidade monetária investida no projeto. Como critério de avaliação para análise dos projetos, o IBC deve obter resultado  $> 1$ , ou seja, para cada unidade monetária investido, deverá apresentar um resultado maior que 1 para o projeto ser viável financeiramente.

Para ser de mais fácil compreensão e visualização de risco do negócio, utiliza-se do ROIA. Ele é um indicador que demonstra a análise marginal da rentabilidade do projeto além do que já é esperado pela TMA, sendo que, quanto maior o ROIA maior a segurança de melhor rentabilidade (SOUSA *et al.*, 2017). Dessa forma, se o resultado do ROIA for igual ou menor que a TMA, o PI não é viável financeiramente.

O índice TMA/TIR é utilizado como intervalo de segurança para o PI, onde quanto maior a distância entre ambas mais seguro é o projeto, pois se TMA for igual a TIR o ganho será zero, e se TMA superar a TIR recomenda-se que o PI seja rejeitado. E por fim, o Índice Payback/N que calcula o prazo de recuperação do investimento, junto de seu risco de não recuperação do capital investido no horizonte temporal do PI (SOUSA *et al.*, 2017).

Para que o projeto seja ou não aceito Sousa *et al.* (2017) advertem que se faz necessário confrontar os riscos e os retornos que se espera obter, os quais são representados pelo ROIA, e que mediante tal é possível estimar se a rentabilidade do projeto compensa os riscos que foram percebidos.

### 2.3 VIABILIDADE DE INVESTIMENTO EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Avaliando a questão de investimento em energia solar fotovoltaica é possível encontrar alguns materiais que apontam benefícios socioambientais na utilização deste recurso, além de benefícios financeiros e econômicos. Desta maneira, o incentivo ao uso de novas tecnologias para a geração de energia elétrica se apresenta de maneira bastante positiva no contexto Brasileiro (FRANÇA *et al.*, 2012).

Um estudo realizado por Pereira e Mendes (2018) no estado de Santa Catarina, apontou ser a instalação do sistema de energia solar fotovoltaica uma boa alternativa para a redução da fatura de energia elétrica em blocos universitários. Foram realizados dois orçamentos em que o índice ROIA foram maiores que a TMA, tendo retorno de curto a médio prazo tornando os PI viáveis. Decorrente de tal

análise, foi orientado a realizar o investimento na opção que apresenta o menor Índice Payback, dentro de quatro anos e oito meses, sendo que, a partir dessa data o capital inicial investido teria se pagado com os benefícios resultantes do projeto.

Souza Júnior *et al* (2019) realizou o estudo de viabilidade na utilização deste recurso de energia em uma unidade do Exército Brasileiro na cidade de Santa Maria (RS). Ao realizar as análises os autores identificaram através da TIR e VPL que o projeto possui um retorno significativo e traz grandes benefícios para a entidade em termos de economia e recursos financeiros. Entretanto, o investimento inicial no sistema de energia fotovoltaica requer elevado custo inicial, fator qual, pode ser um entreposto comercial, especialmente para o setor público.

Diante do exposto, em se tratando de análise de viabilidade de investimento utilizando o MMI garante maior segurança na tomada de decisão, pois leva em conta diversas variáveis de taxas de risco e retorno. Desta forma, levando em consideração que o custo inicial para aquisição do sistema de energia solar fotovoltaica é um valor alto, poder projetar, através da análise de viabilidade os prováveis resultados do PI tornam-se essenciais para a decisão do investimento.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA**

Na busca de atingir os objetivos propostos, o presente estudo faz uso de uma pesquisa exploratória de caráter quantitativo, visto que se aplica cálculos econômico-financeiros com a finalidade de verificar a viabilidade do investimento em questão. Para Bignardi (2003), se trata de uma exploração aplicada na dimensão mensurável em que os resultados podem ser generalizados e auxiliam no planejamento da tomada de decisão. Para o levantamento dos dados procedeu-se de pesquisa documental, devido ao uso de documentos para elaboração da pesquisa.

O presente estudo utilizou-se tanto de documentos públicos, como de documentos privados. Os dados utilizados são provenientes de fontes secundárias, sendo os gastos com energia elétrica fornecidos diretamente pela empresa em estudo, e dados sobre o investimento através de orçamento de empresa especializada na instalação de projetos de energia solar.

Para apuração dos gastos com energia elétrica, foi realizado levantamento dos valores nos últimos doze meses, período compreendido entre junho do ano de 2018 e maio de 2019. No que tange ao valor do investimento total, foi apresentado por meio de orçamento da empresa especializada, com sede na cidade de Palhoça-SC, tendo como princípio a produção de energia elétrica em 218.000 KWh por ano.

No trabalho que discorre foi utilizado o modelo multi-índice aplicada (MMIA), que de acordo com Souza e Clemente (2008, apud SOUSA *et al*, 2017) permite confrontar o grau de risco envolvido com o retorno que se espera, permitindo mensurar se o retorno é atrativo se comparado ao risco. Para a apuração dos cálculos de indicadores, foi utilizado o sistema Web, denominado \$AVEPI – Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento. A MMIA, além dos indicadores de retorno e risco, abrangem também uma análise de sensibilidade, a qual leva em conta os limites de variações que possam ocorrer para que o PI ainda seja viável, ou não para a empresa.

Para construção do fluxo de caixa, foi necessário determinar a depreciação e a inflação, uma vez que elas podem afetar a análise de investimentos. A depreciação pode ser considerada como uma despesa relativa à perda de valor de um bem devido a sua deterioração e desvalorização de mercado. Conforme Instrução Normativa n. 162/98 da Receita Federal, o prazo para depreciação para esse tipo de equipamento é de 10 anos, entretanto, para uma análise determinística, consideramos 25 anos, prazo de garantia oferecida pela empresa fornecedora dos equipamentos.

Quanto à inflação, para Casarotto e Kopittke (2010, apud GULARTE *et al*, 2016, pg. 4) “representa a perda do poder aquisitivo da moeda, provocada pelo aumento diferenciado do preço de produtos e serviços, que acaba acarretando na diminuição do valor real da moeda”. Para projeção dos valores contidos no fluxo de caixa, como não é possível prever qual será a inflação do país nos próximos 25 anos, foi apurado o valor médio da inflação acumulada anual dos últimos 10 anos, compreendido entre o período de 2009 a 2018, obtendo um resultado de 5,77% ao ano, sendo aplicadas de forma homogênea e linear em todo o período de estudo. Para análise do projeto em estudo, optou-se também em utilizar a taxa básica de juros, a chamada taxa SELIC, como opção da TMA, atualmente, definida em 6,50% ao ano.

Diante dos dados apresentados foram obtidos indicadores que ensejam análises convictas para a efetividade ou não da implantação do sistema de energia solar fotovoltaica. Na seção que segue são apresentados os valores inerentes à viabilidade econômico-financeira. Por fim, são exibidos os indicadores obtidos através do sistema \$AVEP.

#### **4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

O investimento inicial previsto com base no orçamento apresentado, com capacidade de produção anual de 218.000 kWh de energia elétrica é de R\$ 772.061,00, sendo pago de forma à vista. Para comparação do investimento, foi considerado uma TMA de 6,50% ao ano, compreendendo como taxa Selic atual. Também foram apurados a média de gastos com energia elétrica no último ano, o qual resultou em um gasto de R\$ 155.846,18, compreendidas entre o período de junho de 2018 a maio de 2019.

Os valores expostos na Tabela 1 relativos ao consumo com energia elétrica, mesmo com o sistema solar, foram extraídos do orçamento da empresa fornecedora dos equipamentos, já corrigidos pela inflação. Nessa mesma tabela, é possível identificar os valores de benefícios adquiridos com o uso do sistema solar fotovoltaicos, os quais serão utilizados para cálculos dos indicadores e fluxo de caixa.



TABELA 1 – MENSURAÇÃO DE BENEFÍCIOS ADQUIRIDOS COM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO NOS PRÓXIMOS 25 ANOS.

<b>Período - Ano</b>	<b>Consumo sem sistema solar em R\$</b>	<b>Consumo com sistema solar em R\$</b>	<b>Benefício em R\$</b>
1	155.846,18	45.471,16	110.375,02
2	164.682,66	50.983,76	113.698,90
3	174.020,17	57.212,19	116.807,98
4	183.887,11	63.086,70	120.800,41
5	194.313,51	68.851,83	125.461,68
6	205.331,08	74.874,00	130.457,08
7	216.973,36	81.294,38	135.678,98
8	229.275,75	88.234,37	141.041,38
9	242.275,68	95.738,25	146.537,43
10	256.012,71	103.853,96	152.158,75
11	270.528,63	112.624,55	157.904,08
12	285.867,61	112.104,95	173.762,66
13	302.076,30	132.344,30	169.732,00
14	319.204,02	143.409,01	175.795,01
15	337.302,89	155.359,21	181.943,68
16	356.427,97	168.265,95	188.162,02
17	376.637,43	182.203,07	194.434,36
18	397.992,77	197.253,13	200.739,64
19	420.558,97	213.504,53	207.054,44
20	444.404,66	231.053,63	213.351,03
21	469.602,40	249.994,58	219.607,82
22	496.228,86	270.435,08	225.793,78
23	524.365,03	292.491,01	231.874,02
24	554.096,53	316.287,03	237.809,50
25	585.513,81	341.957,26	243.556,55
<b>Contagem</b>	<b>8.163.426,08</b>	<b>3.848.887,89</b>	<b>4.314.538,19</b>

FONTE: Elaborado pelo autor (2019).

Para a análise desse PI, primeiro projetou-se os valores dos fluxos de caixa do empreendimento em um período (N) de 25 anos, considerando as receitas (e/ou benefícios do projeto) e os custos do período em que ocorrerão, de acordo com inflação estimada, conforme dados apresentados na Tabela 02. Nota-se ainda que no ano 16 do fluxo de caixa, consta uma despesa no valor de R\$ 170.236,52, a qual refere-se à troca dos Inversores com custo equivalente à aproximadamente 22% do valor total do investimento inicial. Sua troca é recomendada pela empresa fornecedora do sistema de energia solar fotovoltaico após 15 anos de uso do equipamento.

TABELA 2 - FLUXO DE CAIXA.

Período - Ano	Receita Total	Custo Total	Fluxo de Caixa	Depreciação Linear	FC Descapitalizado para a data zero	FC Descontado Acumulado
0	-	- 772.061,00	- 772.061,00	-	-772.061,00	-772.061,00
1	110.375,02	0,00	110.375,02	30.882,44	103.638,52	-668.422,48
2	113.698,90	0,00	113.698,90	30.882,44	100.243,69	-568.178,79
3	116.807,98	0,00	116.807,98	30.882,44	96.699,38	-471.479,41
4	120.800,41	0,00	120.800,41	30.882,44	93.900,95	-377.578,46
5	125.461,68	0,00	125.461,68	30.882,44	91.572,08	-286.006,39
6	130.457,08	0,00	130.457,08	30.882,44	89.406,69	-196.599,70
7	135.678,98	0,00	135.678,98	30.882,44	87.310,27	-109.289,43
8	141.041,38	0,00	141.041,38	30.882,44	85.221,60	-24.067,83
9	146.537,43	0,00	146.537,43	30.882,44	83.138,48	59.070,65
10	152.158,75	0,00	152.158,75	30.882,44	81.058,93	140.129,58
11	173.762,66	0,00	173.762,66	30.882,44	86.918,21	227.047,79
12	173.762,66	0,00	173.762,66	30.882,44	81.613,34	308.661,13
13	169.732,00	0,00	169.732,00	30.882,44	74.854,66	383.515,79
14	175.795,01	0,00	175.795,01	30.882,44	72.796,76	456.312,54
15	181.943,68	0,00	181.943,68	30.882,44	70.744,53	527.057,07
16	188.162,00	170.236,52	17.925,50	30.882,44	6.544,52	533.601,59
17	194.434,36	0,00	194.434,36	30.882,44	66.654,53	600.256,12
18	200.736,64	0,00	200.736,64	30.882,44	64.615,05	664.871,18
19	207.054,44	0,00	207.054,44	30.882,44	62.580,93	727.452,10
20	213.351,03	0,00	213.351,03	30.882,44	60.548,39	788.000,49
21	219.607,82	0,00	219.607,82	30.882,44	58.520,23	846.520,72
22	225.793,78	0,00	225.793,78	30.882,44	56.496,38	903.017,10
23	231.874,02	0,00	231.874,02	30.882,44	54.476,74	957.493,84
24	237.809,50	0,00	237.809,50	30.882,44	52.461,25	1.009.955,09
25	243.556,55	0,00	243.556,55	30.882,44	50.449,82	1.060.404,91

FONTE: Elaborado pelo autor (2019).

O passo seguinte consistiu em calcular os indicadores determinísticos de retorno e risco, com base na metodologia MMI. Os resultados foram obtidos através do sistema Web \$AVEP, apresentados no Quadro 01.

QUADRO 01 - INDICADORES DA METODOLOGIA MULTI-ÍNDICE AMPLIADA.

Indicador	Resultado
<b>Indicadores de retorno</b>	
Valor Presente (VP)	R\$ 1.832.465,91
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 1.060.404,91
Valor Presente Anualizado (VPLA)	R\$ 86.933,56
Índice Benefício Custo (IBC)	R\$ 2,37
Retorno Adicional Proporcionado pela Decisão de Investir (ROIA)	3,52%
Índice ROIA/TMA	54,12%
<b>Indicadores de risco</b>	
Payback	9 anos
Taxa Interna de Retorno (TIR)	16,96%
Índice Payback/N	36%
Índice TMA/TIR	38%
<b>Sensibilidades</b>	
$\Delta\%$ TMA	160,88%
$\Delta\%$ FC0	137,35%
$\Delta\%$ FCj	57,87%
$\Delta\%$ FC0 e FCj	40,71%
$\Delta\%$ TMA e FC0	74,09%
$\Delta\%$ TMA e FCj	42,56%
$\Delta\%$ FC0 e FCj e TMA	32,49%

Legenda:  $\Delta\%$ : variação percentual; TMA: taxa mínima de atratividade; FC0: investimento inicial; FCj: fluxo de caixa para o período j.

FONTE: Sistema Web \$AVEP (2019), adaptado.

Os indicadores de retorno mostram que o VPL, que indica a riqueza proporcionada pelo PI (em toda a sua vida útil de 25 anos), corresponde ao valor esperado de cerca de R\$ 1.060.404,91, isto é, equivalente a R\$ 86.933,56 por período. Nesse PI, a cada unidade monetária investida há expectativa de retorno de 2,37 unidades, valor observado pelo IBC.

Isso implica em um ganho calculado pelo ROIA de 3,52% ao período, além da TMA de 6,50% ao ano. O retorno fica mais evidente pelo índice ROIA/TMA, cujo o valor é 54,12% acima do ganho oportunizado pelo mercado se o capital for aplicado a essa mesma TMA. De acordo com esse ganho, isso permite classificar o PI como retorno de grau (ou nível) médio, segundo a escala proposta por Lima *et al* (2015).

No que tange os indicadores de riscos do PI em estudo, o índice Payback ajustado mostrou que o investimento levará 9 anos para recuperar o capital investido.

Em relação entre o Payback e a vida útil considerada, medida pelo índice Payback/N, o PI apresenta risco de 36%, ou seja, praticamente um terço do tempo da vida útil estimada do investimento será destinado para o projeto se pagar.

Por outro lado, ao medir a proximidade entre a TMA e a TIR, utilizando o índice TMA/TIR, o PI resultou em 38%. Esses números permitem categorizar o risco de investimento como grau (ou nível) baixo-médio, segundo a escala proposta por Lima (2018). No tocante aos limites de elasticidade caso a TMA aumente mais do que 160,88% ou se o investimento inicial (FC0) realizado aumentar mais do que 137,35% do valor projetado o PI em estudo torna-se inviável economicamente, porém, desde que sejam mantidos constantes os demais parâmetros ele se mantém viável. Já a variação entre o Investimento inicial, demais fluxos de caixa e a TMA não pode ser maior que 32,49%, para que o PI continue sendo viável.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os investimentos em geração de energias renováveis, sustentáveis e limpas são de grande importância para o desenvolvimento sócio-ambiental diante dos problemas resultantes do aquecimento global e do quadro ambiental mundial. Desse modo, o sistema solar fotovoltaico reúne de forma excepcional esses atributos, sendo uma das melhores opções no mercado. Um ponto positivo é que esse sistema pode ser instalado em qualquer lugar, como telhados, fachadas e terrenos, não necessitando de grandes estruturas para tal. Diante disso, este artigo teve como objetivo verificar a viabilidade econômico-financeira na implantação de sistema de energia solar fotovoltaica de uma indústria moveleira no sudoeste do PR.

Através dos indicadores de retorno, foi possível identificar que o VPL é 37,35% maior que o capital inicial investido, bem como a taxa ROIA é consideravelmente maior que a TMA, apresentando o ganho financeiro desse Projeto de Investimento, o que pode ser confirmado também pelo indicador IBC, que para cada unidade monetária investida, há a expectativa de retorno de R\$ 2.37. No que tange aos riscos, o projeto foi diagnosticado como risco médio, apresentando Payback de 9 anos, e índice Payback/N de 36%, ou seja, o PI tem que ser promissor em pelo menos 36% da vida estimada para se pagar.

O Projeto de Investimento é perfeitamente exequível, trazendo benefícios financeiros consideráveis para a empresa. Também deve ser levado em consideração todos os demais benefícios sócio-ambientais que esse sistema oferece, podendo até mesmo auxiliar na marca da empresa como ação sustentável em busca de energias limpas. O projeto é viável econômica e financeiramente, pois ao comparar os resultados, os números se apresentam positivos e satisfatórios, dessa forma, recomenda-se a empresa em proceder com o investimento proposto neste estudo.

## REFERÊNCIAS

ABSOLAR (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA). **Infográfico**. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html>>. Acesso em: 19 Jul. 2019.

ALMEIDA, E. *et al.* **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/eol/article/download/3574/1911>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

AZEVEDO, R. S; NEGREIROS, A. B.; JÚNIOR, A. M. De O. Análise de produção tecnológica no setor de energia solar através das patentes. **Revista Tecnologia e Sociedade**. Curitiba, v.14, n. 33, p. 107-130. 2018. Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/5979>>. Acesso em 25. Jun. 2019.

BIGNARDI, F. A. C. Reflexões sobre a pesquisa qualitativa e quantitativa: maneiras complementares de apreender a realidade. **Comitê Paulista para a Década da Cultura de Paz-um programa da UNESCO**, 2003. Disponível em: <<http://www.comitepaz.org.br/download/PESQUISA%20QUALITATIVA.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

DE SOUSA, S. L. C. *et al.* Metodologia Multi-índice na Análise da Viabilidade de Criação de Tilápias em Tanques Rede. **Caderno Profissional de Administração da UNIMEP**, v. 7, n. 2, p. 62-81, 2018. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/ver/48473/metodologia-multi-indice-na-analise-de-viabilidade-de-criacao-de-tilapias-em-tanques-redes->>. Acesso em 25 jun. 2019.

FRANÇA, Paula Matias *et al.* Estudo de Viabilidade Econômico-Financeira do Uso de Inovação Tecnológica em Empreendimentos Imobiliários Residenciais Verticais no Distrito Federal. **Revista de Finanças Aplicadas**, v. 1, p. 1-18, 2012. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/ver/42494/estudo-de-viabilidade-economico-financeira-do-uso-de-inovacao-tecnologica-em-empreendimentos-imobiliarios-residenciais-verticais-no-distrito-federal->>. Acesso em 25 jun. 2019.

GULARTE, L. C. P. *et al.* Estudo de viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Pato Branco (PR), utilizando a metodologia multi-índice ampliada. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 985-992, 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1413-41522017000500985&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-41522017000500985&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em 25 jun. 2019.

KOLOSZUK, Ronaldo e SAUAIA, Rodrigo. **Admirável Energia Nova**, 2019. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/admiravel-energia-nova.html>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

PEREIRA, F. L.; MENDES, M. A.; **O USO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA COMO ALTERNATIVA À REDUÇÃO DA FATURA DE ENERGIA ELÉTRICA EM BLOCOS UNIVERSITÁRIOS**, 2018. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.

RELLA, R. Energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista de Iniciação Científica**. Criciúma, v.15, n.1, 2017. Disponível em <<http://periodicos.unesc.net/iniciacaocientifica/article/download/2937/3530>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

SAVEPI. Sistema de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento, 2015. Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/index.php>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

SILVA, R. M. D. **Energia solar no Brasil: dos incentivos ao desafios**, Núcleo de Estudos e Pesquisas da Consultoria Legislativa. Textos para Discussão. 2015. Disponível em: < <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166/view>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

SOUZA JÚNIOR, A. J. *et al.* Energia solar em organizações militares: uma análise da viabilidade econômico-financeira. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 63-73, 2019. Disponível em: <<http://navus.sc.senac.br/index.php/navus/article/view/762>>. Acesso em 26 Jun. 2019.