

Viabilidade Econômica de um Projeto de Investimento de Energia Fotovoltaica

Gabriela Romana Souza¹
Roberto Silva da Penha²

RESUMO: A energia fotovoltaica é uma energia limpa e sustentável por ser proveniente de recursos solares. A conversão dessa energia se dá por meio de um sistema Fotovoltaico, e seu investimento exige um dispêndio de recursos financeiros que, por vezes, não corresponde à disponibilidade do empreendimento. Dessa forma, tomar decisões equivocadas pode colocar a empresa em risco, por isso, torna-se indispensável o conhecimento de técnicas e ferramentas que dão suporte a qualidade das informações e reduzem o risco de erros que podem influenciar no desempenho da organização. Nessa lógica, o presente trabalho objetiva verificar a viabilidade econômica de um projeto de investimento em energia fotovoltaica, em uma fábrica de chapéus, situada na cidade de Caicó-RN, de forma a expor informações relevantes para uma tomada de decisão. No que tange o caráter da pesquisa, ressalta-se que esta constitui-se como exploratória, com abordagem quali-quantitativa, isto posto, convém destacar que, para obtenção dos cálculos matemáticos, utilizou-se o software Microsoft Excel e a calculadora financeira HP12C. Em decorrência dos resultados obtidos, o investimento mostrou-se atrativo por obter um payback a partir do quarto ano de uso, por apresentar uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 30% e um Valor Presente Líquido (VPL) positivo de R\$ 332.985,67, ao final do vigésimo quinto ano. Dessa forma, considerando a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 5% ao ano, o investimento é viável por apresentar um VPL positivo e uma TIR superior a TMA.

Palavras-chave: Energia fotovoltaica; Viabilidade econômica; Projeto de investimento.

ABSTRACT: Photovoltaic energy is a clean and sustainable energy from solar resources. This energy conversion is made through a photovoltaic system, and its investment requires a expenditure of financial resources that, sometimes, does not match the availability of the venture. Thus, make wrong decisions can put the company at risk, so it is essential to know the techniques and tools that support the quality of information and reduce the risk of errors that can influence the performance of the organization. In this logic, the present paper aims to verify the economic viability of a photovoltaic energy investment project, in a hats factory, located in Caicó-RN, in order to expose relevant information to make a decision. In reference of the research character, stands out that this is constituted as exploratory, with qualitative and quantitative approach, thus, it should be highlighted that, for exams of mathematical calculations, it was used Microsoft Excel software and an HP12C financial calculator. As a result of the outcomes, the investment is shown attractive to obtain a return starting from the fourth year of use, with an Internal Rate of Return (IRR) of 30% and a positive Net Present Value (NPV) of R\$ 332,985.67 at the end of the twenty-fifth year. Thus, considering the Minimum Acceptable Rate of Return (MARR) of 5% per year, the investment is viable to present a positive NPV and an IRR higher than MARR.

Keywords: Photovoltaic energy; Economic viability; Investment project.

¹Graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. E-mail: gabiromanasouza@gmail.com.

²Mestre pelo Programa Multi-Institucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis – UnB/UFPB/UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Professor da UFRN. E-mail: robertorrcontabilidade@hotmail.com.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso realizado em uma fábrica de chapéus situada na cidade de Caicó-RN. A pesquisa possui a finalidade de contribuir para a tomada de decisão dos gestores da referida empresa, por meio da análise da viabilidade econômica de um projeto de investimento em energia fotovoltaica.

O cenário competitivo dos empreendimentos faz com que os gestores busquem alternativas para reduzir os custos incorridos na produção. Entre esses custos, destaca-se o consumo de energia elétrica, que apesar de ser um fator importante na atividade industrial, está diretamente relacionado ao custo de produção (KLAUS, 2017).

No Brasil, o crescimento das tarifas elétricas está provocando nos consumidores o interesse em instalar sistemas fotovoltaicos para a produção de energia elétrica, com objetivo de beneficiar os negócios através da redução dos custos, proporcionado pelo uso dessa ferramenta solar (SEBRAE, 2017). Além disso, esse tipo de sistema incentiva as práticas sustentáveis da empresa, por configurar-se como uma tecnologia menos poluente, favorecendo assim, a sua cadeia de valor (ASSAF NETO, 2016).

A empresa pretende, por meio da instalação do sistema fotovoltaico, gerar sua própria fonte de eletricidade e com isso, reduzir consideravelmente os custos com a compra de energia elétrica às companhias distribuidoras. É válido destacar ainda que, essa economia gerada pelo sistema, impactará, após o período do *payback*, na maximização do lucro.

A energia fotovoltaica é uma energia limpa e sustentável gerada a partir da conversão dos raios solares em energia elétrica (SEBRAE, 2017). Apesar da alta disponibilidade dos recursos solares no território brasileiro, o sistema fotovoltaico é uma tecnologia de alto custo para os investidores, em que muitas vezes, o custo de implantação do sistema é superior à disponibilidade de recursos, exigindo assim, a viabilidade do projeto (IPEA, 2013).

Isto posto, entende-se que a análise da viabilidade econômica deve ser realizada com procedimentos e parâmetros que indiquem com clareza os retornos sobre os investimentos. Com isso, as informações devem ser analisadas cuidadosamente para não comprometer o patrimônio do empreendimento por longo prazo (HOJI, 2010).

Sabe-se que o ato de investir exige um sacrifício de recursos financeiros no que tange à obtenção de benefícios econômicos futuros, desse modo, é certo afirmar que a tomada de decisões equivocadas pode colocar a empresa em risco, por isso, é indispensável o conhecimento de técnicas e ferramentas que dão suporte à qualidade das informações e reduzem o risco de erros que podem influenciar na decisão e, conseqüentemente, no desempenho da organização. (SOBRAL E PECI, 2013). Logo, uma decisão de qualidade, é capaz de proporcionar maiores retornos em relação ao capital investido (ASSAF NETO, 2016).

Diante disso, o presente trabalho se justifica por apresentar informações relevantes para a tomada de decisão de forma tempestiva, tendo como finalidade responder o seguinte problema: qual a viabilidade econômica de um projeto de investimento de energia fotovoltaicas em uma fábrica de chapéus situada na cidade de Caicó-RN? Para encontrar as respostas desse problema, o estudo objetiva verificar a viabilidade econômica de um projeto de investimento de energia fotovoltaica em uma fábrica de chapéus na cidade de Caicó-RN.

Portanto, para satisfazer o objetivo supracitado, utilizam-se como parâmetros, os métodos do fluxo de caixa, do Valor Presente Líquido - VPL, da Taxa Interna de Retorno - TIR e do *Payback* simples e descontado. Tais informações são indispensáveis no processo de decisão sobre o investimento, pois definem a viabilidade do projeto, e mostram os possíveis riscos e os prováveis retornos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

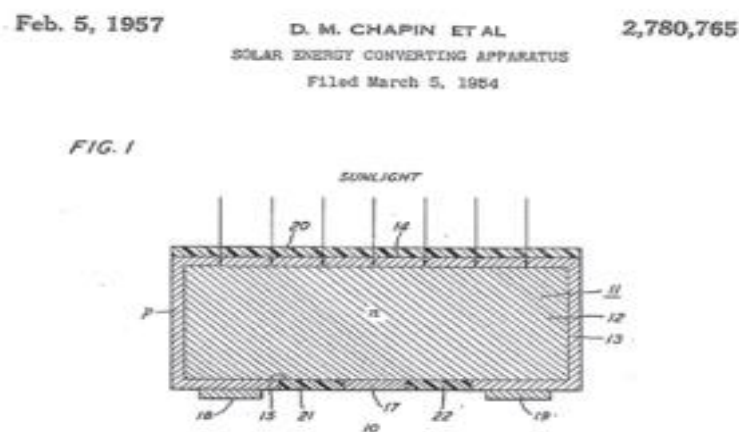
2.1 ENERGIA FOTOVOLTAICA

A energia elétrica nos permite viver com maior conforto. Para atender à crescente demanda da humanidade, Thulio Cícero Guimarães Pereira (2014) diz ser necessário que haja o aumento das fontes de eletricidade, as quais são caracterizadas como tradicionais: barragens de usinas hidrelétricas, usinas térmicas convencionais e nucleares, petróleo, gás natural e carvão mineral. As fontes de energia renováveis surgiram para contribuir de forma relevante na diversificação da matriz elétrica, seja pela economia de combustíveis fósseis, que diminui o aquecimento global; pela diminuição de barragens que, por ventura, possam romper, acarretando consequências devastadoras e preservação dos níveis dos reservatórios já existentes; ou acidente nuclear. Dentre essas energias renováveis encontra-se a energia solar ou fotovoltaica.

De acordo com o Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (2014), energia fotovoltaica corresponde à energia obtida como consequência do efeito fotoelétrico, esse ocorre através das células fotovoltaicas, que se configuram como os elementos básicos para que o referido processo aconteça. Sendo essas células manufaturadas com materiais semicondutores, quando expostos à luz solar (fluxo de partículas - fótons), transformam diretamente esta luz em energia elétrica.

O efeito fotovoltaico foi exposto primordialmente em 1839, pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel, quando obteve o efeito fotovoltaico. Albert Einstein em 1905 esclareceu o efeito fotoelétrico, colaborando assim com o desenvolvimento da pesquisa nesse âmbito. Em 1954, Calvin Fuller e Gerald Pearson produziram a primeira célula fotovoltaica (Figura 1), entretanto, a produção industrial teve seu início apenas em 1956, acompanhando a evolução da microeletrônica (VALLÊRA; BRITO, 2006). Porém, o grande interesse por essa energia limpa se deu em 1973, com a crise do petróleo. Desse modo, desde essa época até os dias atuais, o preço das células solares caiu mais de 1000%, conforme assegura o Grupo de Trabalho de Energia Solar Fotovoltaica (2014).

Figura 1: Registro da patente da primeira célula solar, em março de 1954



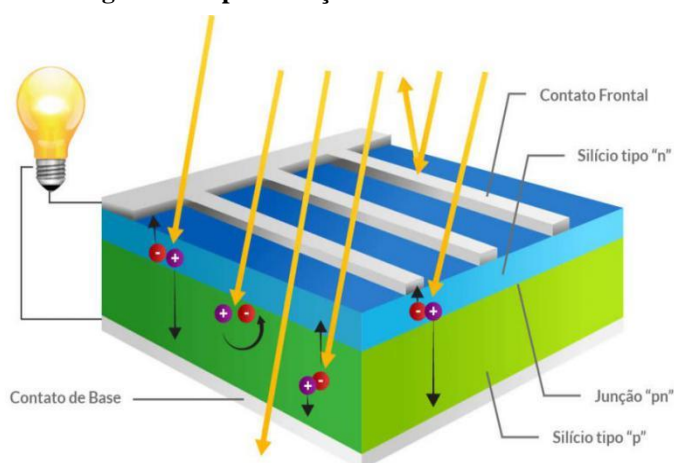
Fonte: Vallêra e Brito (2006).

O sufixo “voltaico” significa “eletricidade produzida por uma reação química”, dessa forma, os elementos do grupo IV da tabela periódica são normalmente os mais utilizados como materiais semicondutores, a exemplo, o silício (Si), isso porque os 4 elétrons de

valência que caracterizam esse grupo, quando adicionados em sua rede cristalina, impurezas como átomos penta valentes ou trivalentes, ocorre respectivamente a doação de elétrons (dopante N) para a banda de condução e aceitação de elétrons (dopante P) na banda de valência (MARQUES; KRAUTER; LIMA, 2009).

Unindo-se esses dos materiais semicondutores de estruturas cristalinas N e P, um campo elétrico manifesta-se no local dessa junção, devido ao acúmulo de cargas positivas do lado N e de cargas negativas do lado P. No momento em que essa união N-P recebe iluminação solar, os fótons serão absorvidos pelos elétrons gerando aceleração das cargas, concebendo assim, movimento ordenado aos elétrons, ou seja, uma corrente elétrica, por meio da junção, como pode ser observado na Figura 2; originando uma diferença de potencial devido ao deslocamento de cargas ao qual denominamos de Efeito Fotovoltaico (CRESESB, 2008).

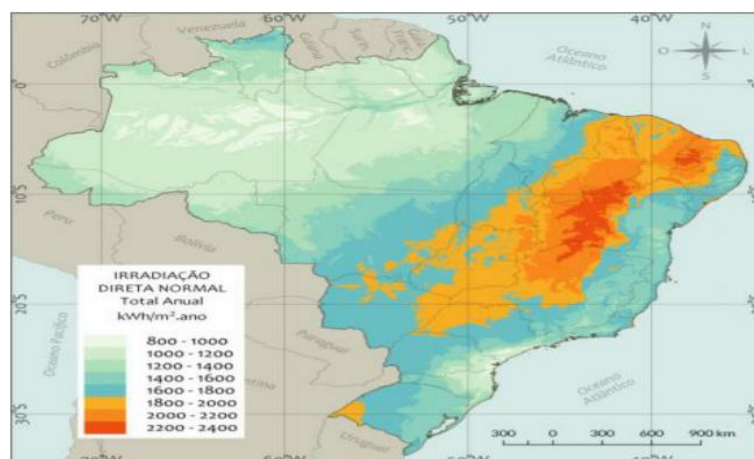
Figura 2: Representação da célula fotovoltaica



Fonte: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB) (2008).

Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017), um dos fatores mais importantes para determinar a viabilidade econômica financeira de um sistema fotovoltaico é a quantidade de radiação solar emitida na localização geográfica do estabelecimento onde irá ser realizada a instalação do equipamento, pois sua eficiência energética está diretamente ligada à luz do sol, como pode ser visto na Figura 3. O Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017), diz ainda que o Nordeste brasileiro é responsável por grande parte dos elevados índices de irradiação solar, o que favorece uma maior estabilidade na conversão de energia solar em energia elétrica durante o ano. Dentre os estados do Nordeste, o Rio Grande do Norte indica uma área com uma irradiação solar anual superior a 200 kWh/m².

Figura 3: Mapa do total anual de irradiação solar direta normal com destaque para regiões com maior potencial de aproveitamento da energia solar concentrada



Fonte: http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf.

De acordo com Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil) (2013), a Resolução Normativa Aneel Número 482 de 17 de abril de 2012, possibilita compensar a energia elétrica gerada à rede distribuidora na qual está conectada. Isso significa que, quando a energia elétrica gerada pelo estabelecimento for superior à energia elétrica utilizada no período, a mesma pode ser cedida à distribuidora se transformando em créditos a serem compensados em kWh, e com isso, podendo reduzir a fatura de energia dos meses seguintes em forma de créditos com validade de 60 dias.

2.2 PESQUISAS ANTERIORES: VIABILIDADE ECONÔMICA ENERGIA FOTOVOLTAICA

A análise da viabilidade econômica com o uso de energia fotovoltaica tem sido alvo de muitos estudos. Na maioria deles, busca-se responder se é economicamente viável ou não a instalação dessa tecnologia. Dessa forma, o Quadro 1 apresenta sinteticamente três estudos que abordam esse tema, seus objetivos e resultados.

Quadro 1: estudo sobre a análise econômica do uso da energia fotovoltaica

Autor (es) (Ano)	Objetivos	Principais Resultados
Serafim Junior <i>et al</i> (2018)	Objetivou a análise da viabilidade econômico-financeira de um sistema fotovoltaico que possibilite a diminuição dos custos residenciais na região da Costa Oeste do Paraná e a verificação do perfil dos possíveis usuários dessa energia.	Identificou-se que mesmo possuindo um perfil de baixo consumo, os entrevistados têm interesse em investir em um sistema fotovoltaico. Porém, eles acreditam que o custo do sistema e a ausência de incentivos dificultam o investimento.
Dalfovo <i>et al</i> (2019)	Objetivou analisar a viabilidade econômico-financeira do uso de energia solar fotovoltaica, como meio de redução das despesas com energia elétrica em residências que possuem renda alta, média e baixa, no município de Sinop – MT.	Concluiu em seu estudo que a viabilidade econômica mostrou ser mais atrativa para residências de alto consumo de energia elétrica, pois quem possui um consumo maior, tem mais

		disposição para investir em energia fotovoltaica. O autor também afirma que a ausência de subsídios impossibilita a adesão dessa energia, pois seu custo não está acessível para todas as classes sociais.
Souza & Gimenes (2018)	Objetivou averiguar a viabilidade econômico-financeira da utilização de energia fotovoltaica em sistemas de produção hidropônica em Dourados-MS.	Concluiu que a adoção dessa energia no cultivo hidropônico é considerável para a sustentabilidade energética e para a redução dos custos com energia elétrica, entretanto, é indispensável à presença de políticas e ações que fomentem o uso dessa energia fotovoltaica na zona rural. Ela ainda acrescenta que, mesmo que os produtores rurais tenham interesse em adquirir o sistema fotovoltaico, o elevado custo do investimento representa um obstáculo para a aquisição do investimento.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Como pode ser observado no Quadro 1, os três estudos objetivaram analisar a viabilidade econômico-financeira do uso de energia solar fotovoltaica, em situações e locais diferentes. Contudo, mesmo com suas particularidades, os mesmos alegaram em suas conclusões que o alto custo de aquisição do sistema fotovoltaico ainda é um obstáculo para os interessados nesse sistema.

2.3 MÉTODOS DETERMINÍSTICOS DA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Para calcular e analisar a viabilidade econômica do projeto de investimento em energia fotovoltaica, foi utilizado o método do Valor Presente Líquido (VPL), considerando a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), e os Prazos de retornos do investimento (*Payback*) simples e descontado, conforme estão descritos a seguir.

2.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O método do VPL é utilizado para calcular o valor presente dos fluxos de Caixa projetados para gerar benefícios à empresa, subtraído do valor inicial do investimento. Esse método do VPL exige a utilização de uma taxa mínima de atratividade (TMA), que é responsável por descontar os fluxos de caixa trazendo-os a valor presente. O projeto deve ser aceito se o valor presente líquido for maior ou igual a zero, e rejeitado se o VPL for menor que zero, pois, isso significa que o retorno do investimento foi menor que a TMA. (ASSAF NETO, 2016).

A equação para realizar o cálculo do valor presente líquido é a seguinte:

$$VPL = \sum_{n=1}^j \frac{FC_n}{(1+i)^n} - FC_0$$

Onde:

VPL: Valor Presente Líquido;

FC₀: Investimento Inicial do Projeto;

i: taxa de desconto;

n : Período de tempo;

FC_n : Fluxo de Caixa no período n

2.3.2 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) corresponde ao valor de taxa mínima que um investidor determina para mensurar os ganhos com o investimento. Para que uma proposta seja atrativa, ela deve render no mínimo o percentual determinado pela TMA (CASAROTTO, KOPITTKKE, 2010). O valor da TMA utilizado para os cálculos será o mesmo que o da taxa Sistema Especial de Liquidação e de Custódia - SELIC, essa taxa corresponde à taxa média ajustada dos financiamentos dos títulos públicos federais. O Comitê de Política Monetária – COPOM, do banco central, estabeleceu no mês de outubro de 2019 a taxa SELIC para 5% (BANCO CENTRAL, 2019).

2.3.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é representada pelo percentual de retorno do investimento em um determinado período de tempo. Esse indicador corresponde à taxa de juros que nivela, em um período de tempo, o valor presente dos fluxos de entradas com o valor dos fluxos de saídas, projetados em Caixa (ASSAF NETO, 2010). Em outras palavras, esse método determina o valor que zera o valor presente dos fluxos de caixa dos investimentos (CASAROTTO, KOPITTKKE, 2010). Na análise do investimento, deve-se considerar o investimento que tiver a Taxa Interna de Retorno superior a Taxa Mínima de Atratividade – TMA.

O cálculo da TIR é realizado por meio da seguinte equação:

$$FC_0 = \sum_{n=1}^t \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Onde:

FC₀: Valor do investimento no momento zero;

FC_n : Fluxo de Caixa no período n;

i: taxa interna de retorno;

n: Período de tempo.

2.3.4 Prazo de retorno do investimento – PAYBACK

O *Payback* é uma técnica que consiste em estipular o tempo necessário para que o capital investido no projeto, seja recuperado por meio dos benefícios econômicos gerados pelo investimento (ASSAF NETO, 2016). Esse indicador é uma alternativa útil para mensurar o risco, por apresentar o tempo em que o investimento retorna para o investidor (SOUZA, 2003). Com relação ao método, Assaf Neto (2016) declara que, no cálculo do *payback*, deve-

se considerar o valor líquido dos fluxos de caixa, ou seja, o valor dos fluxos de caixa descontados a uma taxa. Esse método é conhecido como *payback* descontado.

Por fim, Assaf Neto (2016) também salienta sobre os termos de decisão que, quanto mais o prazo do *Payback* for extenso, maior será a incerteza na tomada de decisão. Logo, para decidir entre aceitar ou rejeitar o projeto, deve-se confrontá-lo com o prazo de retorno esperado pelo investidor.

3 METODOLOGIA

A análise da viabilidade econômica financeira de um projeto de investimento em energia fotovoltaica foi realizada por meio de um estudo de caso, em uma microempresa que atua no segmento de chapéus, localizada na cidade de Caicó - RN.

O estudo de caso é uma metodologia usada para analisar ou exemplificar situações em que um indivíduo está presente. Nesse estudo, busca-se descrever e interpretar um caso real, através de uma análise profunda no objeto delimitado (MARTINS, 2008).

Quanto à modalidade, trata-se de uma pesquisa exploratória, de cunho aplicado, com abordagem quali-quantitativa. Sobre os procedimentos, trata-se de uma pesquisa documental, e para realizar a análise dos cálculos matemáticos, utilizou-se o *software Microsoft Excel* e a calculadora financeira HP12C.

Para obter os devidos resultados, o estudo foi realizado em cinco etapas:

Primeira etapa: levantamento de informações e documentos necessários para a realização do estudo. Esse primeiro momento foi caracterizado por uma conversa com o proprietário do estabelecimento, onde o intuito do diálogo se deu em entender a necessidade do projeto, bem como o motivo de realizar o estudo da viabilidade econômica.

Logo em seguida, foi solicitada uma fatura mensal da energia elétrica utilizada pela fábrica, objeto do estudo, a fim de calcular o consumo médio em kWh, levando em consideração os dados fornecidos pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte – COSERN, nos últimos 12 meses.

Segunda etapa: análise da irradiação solar da Cidade de Caicó – RN. Essa segunda etapa consiste no levantamento dos dados de irradiação solar média de cada mês da cidade citada, a fim de obter o cálculo da irradiação média mensal. Tais informações foram encontradas no *site* do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sergio de S. Brito-CRESESB, através do programa Sun data.

O Sun data trata-se de uma ferramenta de apoio aos cálculos do dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Esse programa fornece os valores de irradiação solar diária mensal de qualquer localização geográfica do Brasil, através da informação das coordenadas geográficas, a exemplo, Latitude e Longitude (CRESESB, 2018). A relevância dessas informações está associada ao potencial de geração de energia elétrica da Cidade estudada, por meio da incidência solar.

Terceira etapa: análise do orçamento. A partir do cálculo do consumo médio de energia elétrica (kWh) do estabelecimento, conforme explicado na primeira etapa, foi possível solicitar o projeto de instalação do sistema fotovoltaico. Cabe salientar que a empresa prestadora de serviços fotovoltaicos foi previamente escolhida pelo proprietário da fábrica de chapéus, onde provavelmente será instalado esse sistema.

No orçamento fornecido, foi possível analisar informações relacionadas à dimensão do projeto, como por exemplo:

- a) Cálculo da potência instalada em KWp;
- b) Quantidade necessária de módulos fotovoltaicos;

- c) Estimativa de energia produzida, tendo como base a radiação solar incidente da cidade de Caicó-RN;
- d) Descrição e quantidade dos equipamentos necessários; e
- e) Valor total dos custos relacionados ao projeto, considerando equipamentos, licenças e instalação.

Quarta etapa: cálculo das operações de financiamento e seleção da melhor proposta. Para os cálculos das operações de financiamento do projeto, foi considerada carência zero para o início dos pagamentos, e sistema de amortização “Price”, também conhecido como Sistema de Amortização Francês (SAF). Nesse tipo de cálculo, as prestações são idênticas, constantes e consecutivas (ASSAF NETO, 2009).

Esse cálculo foi realizado considerando duas instituições financeiras: A e B, para o financiamento do valor de R\$ 51.260,00.

A primeira delas (instituição A), indica um pagamento no ato do financiamento de 40% do valor do sistema, e o financiamento dos 60% do restante do valor. Já a instituição financeira B, concede o financiamento de 100% do valor do sistema. Ambas serão exemplificadas nas Tabelas 1 e 2, dispostas a seguir:

Tabela 1: Instituição financeira A – financiamento de 60% do valor do sistema

Instituição Financeira A				
Período	Taxa de juros mensal	PMT	Entrada	Valor financeiro
12	1,50%	R\$ 2.683,73	40,00%	60,00%
24	1,63%	R\$ 1.483,58	R\$ 20.504,00	R\$ 30.756,00
36	1,50%	R\$ 1.081,33		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

O financiamento com a instituição financeira A, ilustrado na Tabela 1, foi impossibilitado por exigir um valor de entrada que não condiz com a disponibilidade financeira da empresa, logo, essa opção foi descartada, restando apenas a instituição financeira B, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Instituição financeira B – financiamento de 100% do valor do sistema

Instituição Financeira B				
Período	Taxa de juros mensal	PMT	Entrada	Valor financeiro
12	1,77%	R\$ 4.909,82	Sem	100,00%
24	1,53%	R\$ 2.657,92	entrada	R\$ 51.260,00
36	1,36%	R\$ 1.878,39		
48	1,39%	R\$ 1.527,58		
60	1,39%	R\$ 1.315,03		

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Considerando a instituição financeira B para o financiamento, a opção que mais se aproximou da realidade da empresa foi aquela que mostrou um período de pagamento igual 36 meses, por ser um valor mais próximo ao do pagamento mensal das faturas de energia elétrica. Portanto, esta opção de financiamento encareceu ainda mais o preço do sistema fotovoltaico, por acrescentar uma despesa de juros de R\$ 16.362,00, que totaliza um investimento de R\$ 67.622,00 apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Planilha Financeira da operação de financiamento

Valor Financiado	Juros	Total
R\$ 51.260	R\$ 16.362	R\$ 67.622

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Portanto, o valor a ser considerado nesse estudo para analisar a viabilidade financeira do investimento não será o valor contábil do sistema de R\$ 51.260,00 orçamentado pela empresa, mas sim o valor do custo de aquisição do sistema estimado em R\$ 67.622,00.

Quinta etapa: Análise econômica do projeto. Nessa última etapa realizam-se os cálculos do *Payback*, dos fluxos de caixa simples e descontado, do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno. Esses indicadores são considerados importantes no processo de tomada decisão por apresentar condições para aceitação ou negação do projeto, conforme já foi explicado no capítulo 2 (referencial teórico) deste artigo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTUDO DE CASO

A escolha pelo empreendimento objeto deste estudo foi feita através da verificação *in loco* da necessidade dos gestores em chegar a uma decisão financeira sobre o investimento. À vista disso, surgiu o interesse em realizar a análise da viabilidade econômica, tendo como base o orçamento fornecido pela empresa responsável pelos serviços de instalação das placas fotovoltaicas. O critério de seleção considerado no momento de decisão do projeto foi aquele que mais aparentou ser rentável para os negócios financeiros da empresa.

4.2 DADOS DO CONSUMO DO EMPREENDIMENTO

Para calcular o consumo médio de energia elétrica do estabelecimento, realizou-se um levantamento das faturas dos últimos 12 meses de consumo, fornecidas pela Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN). A partir das faturas analisadas, observou-se a quantidade em kWh (quilowatt-hora) consumida e a tarifa (preço unitário de energia R\$/kWh) de cada mês.

A Tabela 4 apresenta dados das últimas 12 contas (do mês de outubro do ano de 2018 a setembro do ano de 2019).

Tabela 4: dados de consumo e custo com energia elétrica do empreendimento

Ano	2018			2019										Total	Média
Mês	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set			
Cusumo (Kw/h)	1766	1688	1537	1114	1292	1733	1519	1475	1853	1874	1779	1937	19567	1631	
Custo	1.525	1.381	1.193	841	1.003	1.378	1.213	1.212	1.460	1.563	1.488	1.720	15.982	1.331	

Fonte: Dados da conta de energia do estabelecimento emitido pela COSERN (adaptado).

Como mostra a Tabela 4, o consumo médio do estabelecimento é de 1.631 kWh. Este valor serve apenas para ter um conhecimento da necessidade de consumo de energia elétrica, pois, por se tratar de uma fábrica de chapéus, seu consumo de energia é instável, podendo variar de acordo com a produção.

4.3 ASPECTOS TÉCNICOS PARA A INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA

A cidade de Caicó, localizada no estado do Rio Grande do Norte, é considerada uma das principais cidades da microrregião do Seridó ocidental e está situada sob o clima

semiárido. Este município é referência quanto aos altos níveis de insolação. Essas temperaturas são resultado da energia solar que chega ao solo, aquecendo o ar próximo a superfície, com iluminação solar direta de 8 horas diária, tempo bastante favorável à implantação de sistemas que gerem eletricidade através de projetos fotovoltaicos (RIBEIRO DA SILVA, 2012).

Os dados da Tabela 5, ilustrada abaixo, indicam valores que representam a irradiação solar diária média mensal (kWh/m². dia), da Cidade de Caicó - RN, no intervalo de 12 meses (de janeiro a dezembro). Os dados foram encontrados considerando a localização geográfica Latitudinal de 06° 28' 22.3" ao Sul e a Longitude de 37° 05' 01.5" ao Oeste.

Tabela 5: Irradiação solar diária média mensal (kWh/m². dia), da Cidade de Caicó - RN

Irradiação solar diária média (KWh/m ² . Dia)													
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉD	DELTA
5,93	6,07	6,14	5,94	5,43	5,03	5,31	6,00	6,44	6,46	6,32	6,03	5,92	1,43

Fonte: CRESESB. Potencial Solar: SunData 2019 (adaptado).

Vale destacar que os valores apresentados acima servem apenas para orientação no dimensionamento do sistema fotovoltaico, pois são embasados no histórico de medições, que por sua vez, sofrem variações ao longo dos anos (CRESESB).

A escolha do ângulo de inclinação depende da atividade do local do projeto. O valor do ângulo geralmente utilizado nos projetos é o mesmo da latitude local (CRESESB). Com isso, para o cálculo da estimativa de geração de energia do sistema fotovoltaico, foi utilizado o valor referente ao ângulo igual ao da latitude, que corresponde ao valor médio de 5,92 kWh/(m². dia), conforme mostra a Tabela 5 apresentada acima.

Por fim, os dados solarimétricos abordados na Tabela 5 mostraram ser viáveis para a instalação do sistema fotovoltaico, pois de acordo com o Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos (2014), para satisfazer os projetos de sistemas fotovoltaicos é necessário ter uma irradiação mínima de 3 a 4 kWh/ (m². dia).

4.4 ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

Geralmente, o dimensionamento do projeto é fornecido no orçamento disponibilizado pela empresa responsável pelo sistema fotovoltaico. Esse orçamento é essencial para os cálculos da análise da viabilidade do sistema fotovoltaico. Nele, é possível observar a descrição dos itens, a quantidade necessária de cada item, o tempo de garantia de acordo com o fabricante, a capacidade do sistema fotovoltaico e o de instalação desse sistema.

A Tabela 6 apresenta a descrição dos itens necessários para a instalação do sistema fotovoltaico e suas respectivas quantidades.

Tabela 6: Descrição dos itens do projeto.

Descrição dos itens	Quantidade
Painel 340W canadian classe a	35
Estrutura de inclinação para laje	35
Inversor 220V 10KW reno – bifásico	1
Stringbox 220V 10KW	1
Cabo fotovoltaico preto 4mm (10 metros)	9
Cabo fotovoltaico vermelho 4mm (10 metros)	9

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Conforme mostrado na Tabela 6, para atender um consumo médio mensal de 1.631 Kwh, serão necessários 35 painéis fotovoltaicos, com potência unitária de 340Wp, totalizando uma potência de 11,9 Kwp e uma geração média mensal de aproximadamente 1714 Kwh de energia fotovoltaica. Os valores dimensionados no sistema fotovoltaico podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7: Dimensão do projeto

Capacitação de geração do sistema	
Potência do painel	340 Wp
Produção média mensal do sistema	1.714 Kwh
Área necessária para instalação	77 m ²
Potência total do sistema	11,9 Kwp

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Por sua vez, a Tabela 7 apresenta a capacitação de geração de energia elétrica através do sistema fotovoltaico, exigindo uma área de 77 m² para a instalação desse sistema. Logo, de acordo com o orçamento, o sistema dimensionado terá um custo de R\$ 51.260,00 e pode ter uma vida útil de até 25 anos, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8: Informações do sistema

Informações do sistema	
Valor do sistema	R\$ 51.260,00
Vida útil do sistema	25 anos

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Mesmo que o sistema tenha vida útil estipulada de até 25 anos, os fabricantes oferecem garantia contra defeito de fabricação inferior a esse período. Os prazos de garantia contra defeito de fabricação poderão ser visualizados na Tabela 9.

Tabela 9: Prazos de garantia

Garantia contra defeito de fabricação	
Painel fotovoltaico	10 anos
Estrutura de fixação	20 anos
Serviços	1 ano
Inversor	10 anos

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A Tabela 9 mostra que os principais itens do sistema fotovoltaico só terão garantia contra defeito de fabricação de até 10 anos de uso. Isso significa que, a partir do 11º ano, existirá um risco de desembolso financeiro para a aquisição de algum desses itens, caso ele apresente defeitos.

4.5 VIABILIDADE ECONÔMICA

Os cálculos da viabilidade econômica foram realizados por intermédio dos indicadores econômicos, apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Análise da viabilidade econômica do projeto

Ano	Energia produzida (kwh)	Tarifa elétrica (kwh)	Receita de energia produzida	FC acumulado	VP receita	Fluxo de caixa descontado
0			-R\$ 67.622,00	-R\$ 67.622,00	-R\$ 64.401,90	-R\$ 67.622,00
1	20.571	0,747	R\$ 15.372,15	-R\$ 52.249,85	R\$ 14.640,14	-R\$ 52.981,86
2	20.406	0,829	R\$ 16.926,58	-R\$ 35.323,27	R\$ 15.352,91	-R\$ 37.628,95
3	20.242	0,912	R\$ 18.453,96	-R\$ 16.869,32	R\$ 15.941,22	-R\$ 21.687,73
4	20.077	0,994	R\$ 19.954,28	R\$ 3.084,96	R\$ 16.416,43	-R\$ 5.271,30
5	19.913	1,076	R\$ 21.427,54	R\$ 24.512,50	R\$ 16.789,04	R\$ 11.517,74
6	19.748	1,158	R\$ 22.873,75	R\$ 47.386,26	R\$ 17.068,75	R\$ 28.586,49
7	19.584	1,240	R\$ 24.292,91	R\$ 71.679,17	R\$ 17.264,52	R\$ 45.851,01
8	19.419	1,323	R\$ 25.685,01	R\$ 97.364,18	R\$ 17.384,63	R\$ 63.235,63
9	19.254	1,405	R\$ 27.050,06	R\$ 124.414,24	R\$ 17.436,71	R\$ 80.672,34
10	19.090	1,487	R\$ 28.388,05	R\$ 152.802,29	R\$ 17.427,80	R\$ 98.100,15
11	18.925	1,569	R\$ 29.698,99	R\$ 182.501,28	R\$ 17.364,38	R\$ 115.464,53
12	18.761	1,651	R\$ 30.982,87	R\$ 213.484,15	R\$ 17.252,42	R\$ 132.716,95
13	18.596	1,734	R\$ 32.239,70	R\$ 245.723,85	R\$ 17.097,40	R\$ 149.814,35
14	18.432	1,816	R\$ 33.469,47	R\$ 279.193,32	R\$ 16.904,36	R\$ 166.718,71
15	18.267	1,898	R\$ 34.672,19	R\$ 313.865,50	R\$ 16.677,91	R\$ 183.396,62
16	18.102	1,980	R\$ 35.847,85	R\$ 349.713,35	R\$ 16.422,31	R\$ 199.818,93
17	17.938	2,062	R\$ 36.996,45	R\$ 386.709,80	R\$ 16.141,43	R\$ 215.960,36
18	17.773	2,145	R\$ 38.118,01	R\$ 424.827,81	R\$ 15.838,82	R\$ 231.799,18
19	17.609	2,227	R\$ 39.212,50	R\$ 464.040,31	R\$ 15.517,72	R\$ 247.316,90
20	17.444	2,309	R\$ 40.279,94	R\$ 504.320,25	R\$ 15.181,09	R\$ 262.497,99
21	17.280	2,391	R\$ 41.320,33	R\$ 545.640,59	R\$ 14.831,62	R\$ 277.329,60
22	17.115	2,473	R\$ 42.333,66	R\$ 587.974,25	R\$ 14.471,76	R\$ 291.801,36
23	16.951	2,556	R\$ 43.319,94	R\$ 631.294,19	R\$ 14.103,73	R\$ 305.905,09
24	16.786	2,638	R\$ 44.279,16	R\$ 675.573,35	R\$ 13.729,55	R\$ 319.634,64
25	16.621	2,720	R\$ 45.211,33	R\$ 720.784,68	R\$ 13.351,03	R\$ 332.985,67
Tma= 5%			Vpl = R\$ 332.985,67		Tir = 30%	

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Como mostra a Tabela 10, exemplificada acima, o período de geração de energia do sistema foi o mesmo que o tempo de vida útil. A energia produzida no primeiro ano corresponde ao valor médio de produção mensal do sistema, multiplicado por 12 meses. De acordo com os fabricantes, os painéis perdem no máximo 20% de eficiência ao longo dos 25 anos. Logo, foi calculada uma perda de eficiência na geração de energia de 0,8% ao ano.

A tarifa de energia elétrica do primeiro ano corresponde ao valor informado na fatura dessa energia, fornecida pela COSERN - Companhia Energética do Rio Grande do Norte.

Assim sendo, o valor tarifário sofreu um ajuste de 11% ao ano. Essa taxa se deu em virtude da média dos índices de reajustes dos últimos cinco anos (2014 a 2018) das tarifas energéticas, disponibilizados pela mesma companhia.

O cálculo da receita de energia produzida foi realizado através da multiplicação da energia fotovoltaica, produzida pela tarifa energética projetada. E o valor do fluxo de caixa simples representa a diferença entre o valor da receita e o investimento inicial do projeto de cada ano. Já o fluxo de caixa descontado, leva em consideração uma taxa mínima de atratividade estipulada em 5%, que traz os valores futuros para os valores presentes na data

zero e subtrai a somatória desses valores presentes líquidos do valor do investimento na data zero.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo objetivou verificar a viabilidade econômica da instalação de um projeto de investimento em energia fotovoltaica, em uma fábrica do seguimento de chapéus, situada na cidade de Caicó-RN, através de indicadores econômicos de viabilidade como *Payback*, VPL e TIR.

Ao analisar as projeções de fluxo de caixa, foi possível observar que o investimento se mostrou atraente por estimar o tempo de retorno do investimento a partir do quinto ano de uso. Isso significa que, o investimento trará fluxos de caixa positivos em apenas 20% do tempo da vida útil do bem. Esse tempo de retorno foi estimado pelo *Payback* descontado, levando em consideração uma taxa mínima de atratividade fixada em 5% ao ano.

Ademais, outro indicador que favoreceu a aceitação do projeto foi o valor presente líquido. Ele apresentou ao final do vigésimo quinto ano um valor de R\$ 332.985,67. Isso significa dizer que a soma do valor dos fluxos de caixa trazidos a valor presente deduzidas do valor desembolsado, superou consideravelmente o valor inicial do investimento. O estudo também apresentou uma taxa interna de retorno de 30%, e comparando com o valor da taxa mínima de atratividade, é notória sua superioridade. Portanto, torna-se possível afirmar ser mais interessante investir em energia fotovoltaica do que aplicar o mesmo valor em títulos públicos, a uma taxa de 5% ao ano.

Entre as limitações do estudo, esteve a dificuldade em analisar o cálculo do dimensionamento do projeto, uma vez que, os resultados dos cálculos já estavam disponibilizados no orçamento e quando questionado ao responsável pelo orçamento sobre os métodos, o mesmo alegou que os cálculos foram realizados por meio de um *software* do domínio da empresa responsável pelo sistema.

Outro ponto que dificultou a análise foi a ausência do valor unitário de cada item da Tabela 6. Isso impossibilitou o cálculo do risco em desembolsar o valor relacionado a cada item, após o período de garantia, e quanto do valor total do investimento cada um representa.

Por fim, para as próximas pesquisas, sugere-se que seja realizado um estudo que leve em consideração a aceitação do projeto de investimento em energia fotovoltaica e que objetive descobrir como é possível reduzir o Custo dos Produtos Vendidos, após o período do *payback* do investimento, e com isso, ganhar vantagem competitiva no mercado econômico.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Relatório ANEEL 2012**. Agência Nacional de Energia Elétrica. - Brasília: ANEEL, 2013.

Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília: Aneel, 2008. 236 p. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2014.

ASSAF NETO, A. **Matemática Financeira e Suas Aplicações**. 11 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PEREIRA, E. B. *et al.* **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Inpe, 2017.

Banco Central do Brasil. **Taxas de juros básicas – Histórico**. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/controleinflacao/historicotaxasjuros>. Acesso em: 1 nov. 2019.

COSERN. **Somos energia para criar o futuro**. Disponível em: <http://servicos.cosern.com.br/residencial-rural/Pages/Baixa%20Tensão/tarifas-grupo-b.aspx>. Acesso em: 9 out. 2019.

CRESESB (Org.). **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito**. 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 10 out. 2019.

CRESESB. **Energia solar: princípios e aplicações**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2008. 28 p. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_solar.pdf. Acesso em: 31 outubro 2019.

DALFOVO, W. C. T. *et al.* A Viabilidade Econômica da implantação de Energia Solar Fotovoltaica para a redução dos custos com energia elétrica das famílias com diferentes níveis de renda: uma análise para a região norte de Mato Grosso. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, v. 14, n. 3, p. 118-143, 2019.

GRUPO DE TRABALHO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CRESESB – CEPEL, 2014.

HOJI, M. **Administração Financeira e Orcamentária: Matemática Financeira Aplicada, Estratégias Financeiras, Orçamento Empresarial**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

KLAUS, C. B.; SHERER, O. L. S. Redução de custo através do uso eficiente da energia elétrica: estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício do Vale do Paranhana/RS. **Revista Eletrônica de Ciências Contábeis**, v. 6, n. 1, p. 167-194, 2017.

MARQUES, R. C.; KRAUTER, S. C. W.; LIMA, L. C. Energia solar fotovoltaica e perspectivas de autonomia energética para o nordeste brasileiro. **Revista Tecnologia**, v. 30, n. 2, p. 153-162, 2009.

MARTINS, G. A. Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisa no Brasil. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 2, n. 2, p.9-18, 2008.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia de Valor da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**. Brasília: Sebrae, 2018. 324 p. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Cadeia%20de%20Valor%20da%20Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 9 out. 2019.

SERAFIM JUNIOR, V. *et al.* Energia fotovoltaica residencial: uma análise econômico financeira de viabilidade. **Revista de Ciências Empresariais UNIPAR**, v. 19, n. 2, p. 273-290, 2018.

SILVA, S. D. R. *et al.* NÍVEIS DE INSOLAÇÃO NO SERIDÓ POTIGUAR E SUAS IMPLICAÇÕES: O CASO DE CAICÓ/RN. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, p. 800-812, 2012.

SOBRAL, F.; PECCI, A. **Administração: Teoria e Prática no Contexto Brasileiro**. 2. ed. São Paulo: Pearson Universidades, 2013.

SOUZA, A. B. **Projetos de investimentos de capital: elaboração. Análise e Tomada de Decisão**. São Paulo: Atlas, 2003.

SOUZA, S. V; GIMENES, R. M. T. Viabilidade econômica da utilização de energia solar em sistemas de produção hidropônica. **Informa Gepec**, v. 22, n. 2, p. 27-45, 2018.

PEREIRA, T. C. G. (Org.). **Energias Renováveis: Políticas Públicas e Planejamento Energético**. Curitiba: Companhia Paranaense de Energia - COPEL, 2014.

VALLÊRA, A. M.; BRITO, M. C. Meio século de história fotovoltaica. **Gazeta de Física: Sociedade Portuguesa de Física**, Lisboa, v. 29, n. 1-2, p.10-15, 2006.