

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA DISTRIBUIDORA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS NA CIDADE DE LONDRINA – PR

ECONOMIC-FINANCIAL VIABILITY ANALYSIS FOR THE IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM IN AN AUTOMOTIVE PARTS DISTRIBUTOR IN THE CITY OF LONDRINA – PR

Pedro Antonio de Albuquerque Felizola Romeral¹

Monique Tamara de Lima¹

José Luis Dalto¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo

A energia elétrica é a principal fonte energética do Brasil, porém a sua incessante demanda; o aumento do custo para a sua geração por meio de usinas termoelétricas e os debates sobre os impactos ambientais causados pela implementação de novas hidrelétricas, fizeram com que a sociedade reivindicasse cada vez mais por pesquisas e desenvolvimento de energias limpas e renováveis. Nesse cenário a energia fotovoltaica tem se tornado cada vez mais competitiva, por ser renovável, silenciosa, de baixo impacto ambiental e principalmente pelo fato dos valores dos módulos fotovoltaicos estarem em constante redução no mercado. Com o aumento da competitividade, o preço dos produtos vem sendo fixados pela concorrência, gerando-se a necessidade de inovações e pesquisas para a redução de custos, sendo esta uma importante forma de aumentar lucros, e o consumo de energia de uma empresa está totalmente atrelado a esse cenário. Neste contexto foi realizado um estudo de viabilidade econômico-financeira para a implementação de um sistema fotovoltaico em uma distribuidora de peças na cidade de Londrina, Paraná. Foram utilizados métodos como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback Descontado, bastante tradicionais para a análise de investimentos de Engenharia Econômica. Os resultados obtidos indicam viabilidade do projeto, com VPL positivo, TIR acima da Taxa SELIC vigente (11,15%) e com retorno do investimento previsto para o 15º ano do fluxo de caixa projetado.

Palavras-chave: *energia solar; sistemas fotovoltaicos; viabilidade econômico-financeira*

Abstract

Electricity is Brazil's main energy source, but its incessant demand; the increase in the cost for its generation by the thermoelectric plants and the debates about the environmental impacts caused by the implementation of new hydroelectric plants, have made society demanded more researches and development of clean and renewable energies. In this scenario, photovoltaic energy has become increasingly competitive, as it is a renewable, quiet, low environmental impact and mainly because the values of photovoltaic modules are constantly reducing in the market. With the increase in competitiveness, the price of products has been set by the competition, generating the need for innovations and research to reduce costs, which is an important way to increase profits, and the energy consumption of a company is totally linked to this scenario. In this context, an economic-financial viability study was carried out for the implementation of a photovoltaic system at parts distributor in the city of Londrina, Paraná. Methods such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Discounted Payback were used, quite traditional for the analysis of investments of the Economic Engineering. The results indicate project viability, with NPV positive, IRR above the current SELIC rate (11.15%) and with expected return on investment for the 15th year of the projected cash flow.

Key-words: *solar energy; photovoltaic systems; economic-financial viability*

1. Introdução

Camimoto (2013) acredita que a atual forma de produção da sociedade possui implicações ambientais e o uso de recursos energéticos se apresenta como um enorme desafio, pois da produção até a distribuição da energia é necessária uma orientação que garanta o desenvolvimento sem trazer impactos negativos ao meio ambiente. Diante deste contexto, Braga (2008) afirma que a energia solar fotovoltaica é considerada promissora, pois as células fotovoltaicas convertem diretamente a energia solar em eletricidade.

Mesmo havendo benefícios pelo uso da energia solar, Gomes e Camimoto (2016) acreditam que a energia solar nem sempre é a mais viável economicamente em comparação com outras fontes, devido à falta de investimentos em pesquisa de eficiência energética fotovoltaica e pela falta de informações sobre os custos e os retornos financeiros ao longo prazo.

De acordo com o CCEE (2013), o Brasil se encontra em localização privilegiada no que diz respeito à radiação solar, sendo a região Nordeste o local que apresenta radiação comparável às melhores regiões do mundo neste quesito.

Desta forma, para Chiavenato e Sapiro (2009), as empresas, estando cientes das constantes mudanças de cenários do mundo moderno, precisam acompanhar os avanços da estrutura econômico-financeira ao seu redor, para se manterem competitivas no mercado.

Diante deste contexto, percebe-se que há um grande potencial a ser explorado no uso da energia solar no Brasil, permitindo a existência de eficientes sistemas renováveis de energia que podem trazer benefícios para a indústria do país. Portanto, o objetivo deste artigo é analisar a viabilidade econômico-financeira para a implantação de um sistema fotovoltaico em uma distribuidora de peças automotivas localizada na cidade de Londrina - PR.

2. Referencial teórico

Critérios de escolha e avaliação de um sistema fotovoltaico

O crescimento populacional e a globalização ocasionaram uma crescente demanda energética. Segundo Junior e Goya (2014) a produção dessa energia está cada vez mais cara, e os seus recursos são limitados, em razão disso, é questão de tempo até que a demanda seja superior que a oferta.

De acordo com o CRESESB (2014), o Sol fornece para a atmosfera $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia anualmente, e este valor corresponde a 10000 vezes o consumo mundial de energia neste período. O CRESESB afirma que “a radiação solar constitui-se numa inesgotável fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia”.

A energia fotovoltaica apresenta problemas relacionados a impossibilidade de controle de incidência solar e devido a essa incidência ser inconstante ao decorrer do dia. No entanto, o uso de painéis solares pode chegar a substituir quase a totalidade do uso de energia elétrica apesar de não ser possível evitar custos com as distribuidoras. A ANEEL possui uma normativa (414 de 2010, Art. 98) que prevê que concessionárias cobrem uma tarifa mínima de custo de disponibilidade elétrica. Estes custos são aplicados de acordo com o tipo de rede (monofásica, bifásica ou trifásica). No caso da rede trifásica, por exemplo, é cobrado o valor relativo de 100 kWh/mês pela disponibilidade da rede.

Ruther (2004) afirma que alguns dados são importantes para avaliar o melhor painel a ser instalado: um destes é o valor de irradiação que pode ser obtido pelo CRESESB, onde o aplicativo *Sun Data* avalia coordenadas geográficas do local e determina incidências solares. De acordo com o autor, a implantação só é viável em locais com incidência solar considerável. A Tabela a seguir apresenta os dados de Londrina:

Tabela 1 – Irradiação solar diária média (kWh/m²*dia) em Londrina

Mês	Plano Horizontal	Ângulo igual a latitude
Janeiro	5,44	4,94
Fevereiro	5,33	5,09
Março	5,31	5,48
Abril	4,58	5,22
Mai	4,03	5,06
Junho	3,44	4,49
Julho	3,94	5,11
Agosto	4,14	4,89
Setembro	4,36	4,64
Outubro	5,47	5,35
Novembro	5,97	5,47
Dezembro	5,67	5,06

Fonte: CRESESB Sun Data (2017)

De acordo com Ruther (2004), a orientação do módulo que maximiza a quantidade de radiação captada por uma superfície (no Hemisfério Sul) é o Norte geográfico. A inclinação do painel, deve ser orientada ao norte de forma otimizada à aplicação da captação solar.

Pinho e Galdino (2014) afirmam que fatores como poluição e poeira não dão total eficiência ao sistema, uma vez que a sujeira reduz a capacidade de captação dos módulos. Em estudos feitos na cidade de São Paulo, a eficiência de um sistema atinge 83%. Este valor será usado nos cálculos de custos ao longo deste artigo.

Miranda (2014) fez um levantamento de dados para verificar quais os principais modelos de módulos fotovoltaicos disponíveis no mercado, que será usado como base de escolha para o possível sistema a ser implantado no projeto deste artigo. O autor afirma que as informações mais importantes a serem observadas são o baixo coeficiente de temperatura e boa eficiência das células (que implicará em menor área do módulo em função da potência gerada). Miranda cita também que a vida útil de todo o sistema é de 25 anos, mas os inversores precisam ser trocados a cada 10 anos, o que gera dois custos extras antes de encerrar o ciclo de vida do sistema implantado.

Um estudo do Instituto IDEAL denominado “O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica”, de 2016, afirma que sistemas que utilizam acima de 100kWh tem custo médio de implantação de R\$6,44 por WP (Watt-Pico) de sistema. Este mesmo estudo também apresenta a composição do custo de instalação do sistema fotovoltaico: 42% do custo de um sistema é dos módulos fotovoltaicos; 17% do projeto e instalação; 23% dos inversores e 18% para outros componentes (incluindo instalações e proteções elétricas).

De acordo com a EPE (2012), a avaliação dos custos de manutenção deve ser anual e pode ser calculada tomando como base 1% de todo o custo de implementação do sistema, acrescentando as devidas taxas neste valor ao fazer previsões futuras.

Métodos de análise de investimentos

Em análise de investimentos, Martins (2000) enfatiza que na previsão dos fluxos de caixa, deve ser considerado o desconto do custo de capital pelo valor da TMA definida previamente. Para Casarotto Filho e Kopittke (2010), a TMA representa um valor de análise em conjunto com outros investimentos: “a nova proposta para ser atrativa deve render, no mínimo, a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco”. Sendo assim, a TMA utilizada nos cálculos deste artigo é a taxa SELIC, que representa a taxa básica de juros da economia brasileira, servindo, assim, como referência para as demais taxas da economia.

De acordo com Samanez (2009) o Valor Presente Líquido (VPL) se consiste em “calcular, em termos de valor presente, o impacto dos eventos futuros associados a uma alternativa de investimento. Em outras palavras, ele mede o valor presente dos fluxos de caixa gerados pelo projeto ao longo de sua vida útil”. A Equação 1 representa o VPL:

$$VPL = \text{InvestimentoInicial} + \sum_{j=0}^n \frac{F_j}{(1+i)^j} \quad (1)$$

Sendo que F é o fluxo por ano; i é o custo do capital; e o símbolo do somatório indica que deve ser realizada a soma da data 1 até a data n dos fluxos de caixa descontados ao período inicial. Se o VPL for positivo, o projeto é economicamente viável.

Gitman (2010) afirma que a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a mais usada das técnicas de orçamento de capital, tratando-se da taxa de retorno que a empresa obterá se investir no projeto e receber as entradas de caixa previstas. Para Samanez (2009), o método da TIR não tem como finalidade avaliar a rentabilidade absoluta de determinado custo de capital, como o VPL, mas objetiva encontrar uma taxa intrínseca de rendimento. Se a TIR for maior que a TMA o projeto é economicamente viável. Pode-se obter a TIR por meio da expressão a seguir:

$$0 = -\text{InvestimentoInicial} + \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} \quad (2)$$

Sendo FC_t o fluxo de caixa no período t.

De acordo com Gitman (2010), o *payback* descontado representa o prazo (período de tempo) necessário para haver o retorno total do capital investido no início do investimento. O *payback* descontado atualiza os fluxos futuros de caixa a uma taxa de aplicação no mercado financeiro (geralmente pela TMA), trazendo os fluxos de caixa ao valor presente, e então realiza o cálculo do tempo necessário para recuperação. Em outras palavras, o *payback* descontado pode ser visto como o intervalo entre o começo do projeto e o momento em que o fluxo de caixa descontado acumulado torna-se positivo.

Taxas de mercado incidentes em sistemas fotovoltaicos

A qualidade do sistema implantado depende das taxas de cobranças vigentes no mercado. Quanto mais cara a bandeira tarifária, melhor pode ser o benefício de se instalar um sistema que usa energia solar. A COPEL (Companhia de Energia Elétrica do Paraná) apresenta os dados de variações e reajustes aplicados nos últimos 10 anos:

Tabela 2 – Reajustes aplicados nas tarifas de energia elétrica pela COPEL

Vigência	Percentual	Vigência	Percentual
24/06/2016	Reajuste médio aplicado de -12,87%	24/06/2012	Reajuste médio aplicado de -0,65%
24/06/2015	Reajuste médio aplicado de 15,32%	24/06/2011	Reajuste médio aplicado de 2,99%
02/03/2015	Reajuste médio aplicado de 36,79%	24/06/2010	Reajuste médio aplicado de 2,46%
24/06/2014	Reajuste médio aplicado de 24,86%	23/06/2009	Reajuste médio aplicado de 12,98%
24/06/2013	Reajuste médio aplicado de 9,55%	24/06/2008	Reajuste médio aplicado de 0,04%
24/01/2013	Reajuste médio aplicado de -19,28%	24/06/2007	Reajuste médio aplicado de -1,27%

Fonte: COPEL (2017)

A COPEL foi usada como base pois o artigo discutirá a viabilidade de aplicar o projeto em Londrina. Os valores acima serão usados para ter uma estimativa da variação dos custos incidentes na energia elétrica e conseqüentemente para avaliar a viabilidade da implantação do novo sistema.

Alguns outros fatores precisam ser considerados: qual é o capital de giro deste investimento e qual a necessidade de capital de terceiros para início do projeto. De acordo com Brigham e Houston (1999), o capital de giro representa o investimento da empresa em ativos de curto prazo (período inferior a um ano) em caixa, títulos negociáveis, estoques e contas a receber. Ou seja, recursos de rápida renovação formam seu capital circulante, também chamado de ativo corrente, que sustenta as operações do dia-a-dia da empresa. O volume de capital de giro utilizado por uma empresa varia conforme seu volume de vendas, sua política de crédito comercial e do nível de estoques necessários. Duas considerações que possuem muita

importância na administração do capital de giro são os ciclos econômicos e a sazonalidade específica de determinados negócios.

Para obtenção de todos os componentes do sistema fotovoltaico, foi identificada a necessidade de obtenção de capital de terceiros e após levantamento de informações, verificou-se que o BNDES apresenta a melhor proposta de empréstimo necessária para este caso, por meio de um programa de apoio ao pequeno e microempresário, que é o Cartão BNDES, com taxa de 1,12% (ou anual de 14,30%) no momento de realização deste artigo. De acordo com o BNDES (2017), o Cartão é um instrumento financeiro e consiste em um crédito rotativo, destinado às micro, pequenas e médias empresas para a aquisição de bens, insumos industriais e serviços. Seu objetivo é diminuir os problemas de restrição de crédito enfrentados, principalmente, pelas micro e pequenas empresas (MPEs).

3. Metodologia

O artigo visa analisar, por meio de métodos como VPL, TIR e *Payback* Descontado, a viabilidade financeira de se implantar um sistema fotovoltaico numa distribuidora automotiva. Foram realizadas consultas bibliográficas de artigos, acervos técnicos e sites da internet, visando adquirir conhecimentos para desenvolvimento do estudo. A partir das pesquisas foram levantados os dados para o estudo e embasamento teórico para o desenvolvimento do artigo.

Esta pesquisa é caracterizada como um estudo de caso, de caráter exploratório e descritivo, e de abordagem quantitativa. Segundo o que aborda Yin (2005), o método de estudo de caso possui um viés empírico, e investiga contextos atuais e reais, considerando o pressuposto de que as fronteiras onde o contexto está inserido e o fenômeno, que é tirado de muitas fontes e evidências, não são definidos claramente. O trabalho conta com o auxílio do Software Microsoft Excel 2016® para cálculo dos dados.

A análise de viabilidade foi dividida em três etapas, destacadas abaixo:

- a) Coleta de dados referentes ao investimento para um horizonte de vinte e cinco anos, como investimento inicial, receitas brutas e custos totais, dentre outros;
- b) Construção do fluxo de caixa dentro do horizonte previsto, considerando a oscilação do valor do dinheiro no tempo com inflações e demais taxas e gastos incidentes neste período.
- c) Cálculo dos indicadores (Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno e *Payback* descontado), para atestar a viabilidade econômica do investimento.

4. Resultados e discussões

Foi escolhida uma distribuidora de peças automotivas localizada na região central de Londrina para analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico e o modelo de painel selecionado para implementação foi da fabricante HJ Solar, HJM245P-20, por melhor conciliar as características desejadas para a escolha dos painéis.

Alguns dados fundamentais para esta análise de viabilidade são os valores de consumo de energia elétrica na fábrica, tanto em reais para determinar gastos quanto em kWh para avaliar a economia de energia num comparativo com os painéis. A tabela abaixo é referente ao período de julho de 2015 até maio de 2017, com suas respectivas tarifas mensais., onde o total consumido nesse período foram 31336 kWh num valor de R\$24739,17.

Tabela 3 – Consumo e valores mensais de energia elétrica da distribuidora

Mês de Referência	Valor (R\$)	Consumo (kWh)	Mês de referência	Valor (R\$)	Consumo (kWh)
mai/17	741,37	1033	Mai/16	1084,75	1309
abr/17	1.023,51	1455	Abr/16	1441,75	1685
mar/17	1.196,63	1657	Mar/16	1255,70	1438
fev/17	1.004,64	1455	Fev/16	1444,77	1577
jan/17	1.125,56	1603	Jan/16	1064,43	1163
dez/16	1.110,00	1539	Dez/15	1258,73	1450
nov/16	1.088,13	1530	Nov/15	1191,09	1399
out/16	919,18	1310	Out/15	1160,20	1379
set/16	805,85	1130	Set/15	941,18	1097
ago/16	793,20	1106	Ago/15	936,39	1074
jul/16	818,81	1065	Jul/15	804,26	970
jun/16	736,55	901			

Fonte: Os autores (2017)

Com os dados fornecidos pela própria instituição, algumas análises prévias foram feitas, como pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 4 – Determinação dos parâmetros para análise de viabilidade

Informações	Valores obtidos
Consumo Diário (kWh)	40,189
Irradiação	5,070
Cálculo da potência (W)	7,927
Potência assumindo eficiência de 83% (W)	9,550
Nº de painéis necessários	38,981
Nº de painéis a serem instalados	39,000

Fonte: Os autores (2017)

O valor de consumo diário exige a verificação do tipo de instalação elétrica na distribuidora. Após consulta à conta de luz da COPEL, verificou-se que a instituição tem o

fornecimento de energia elétrica realizado por uma rede de corrente trifásica. No caso deste tipo de rede é cobrado o valor relativo de 100 kWh/mês pela sua disponibilidade. Deste modo subtrai-se 100 kWh do valor da média de consumo mensal obtida com os dados da Tabela 3, dividindo o resultado final por 30, encontrando assim a média diária.

Para determinar a irradiação usou-se os dados da Tabela 1. Foi escolhido o valor de latitude pois a inclinação ideal de um painel solar possui valor muito próximo à inclinação de latitude da cidade. O cálculo da potência necessária para a distribuidora foi encontrado dividindo o valor de Consumo Diário pela irradiação da cidade.

Verifica-se que são necessários 38,981 painéis para substituir a demanda de energia elétrica por solar na fábrica. Para descobrir se é possível instalar esta quantidade, pode-se usar os valores das dimensões do prédio e dos painéis e descobrir quantos módulos cabem no telhado da empresa. A companhia possui 23 metros de comprimento e 9 metros de largura.

O modelo escolhido (HJM245P-20 da Hj Solar) pesa 19,5 kg cada unidade e apresenta 245W de potência. As células devem estar direcionadas ao norte geográfico, portanto ao analisar as coordenadas da companhia verificou-se que apenas metade da largura do telhado está voltada para o norte.

Sabendo que os painéis fotovoltaicos têm dimensões de 1,65m x 0,99m e dividindo a área disponível do telhado voltada para o norte pelas dimensões do painel resulta-se em mais de 40 possíveis instalações, logo, os 39 painéis previstos para suprir a demanda necessária são possíveis de serem instalados.

De acordo com o estudo da IDEAL, o custo de implementação de um sistema gira em torno de R\$6,44/WP. No caso da distribuidora, em que serão usados 39 painéis de 245W, tem-se um consumo total resultante da multiplicação destes dois valores, que é de 9555WP.

Sabe-se também que após a instalação de todo o sistema, alguns custos ocorrerão antes do fim da vida útil dos painéis (que é de 25 anos). De acordo com a literatura estudada, haverá custos para as trocas de inversores a cada 10 anos, incidindo este custo duas vezes no fluxo de caixa gerado. Haverá também, anualmente, custos de manutenção do sistema, que são aproximadamente 1% do custo de implementação mais a inflação acumulada no período. Desta forma o custo anual para manutenção deste sistema no primeiro período já sofrerá inflação, pois a manutenção dele ocorrerá no final do período.

Para saber o quanto haverá de economia ao substituir a energia elétrica pela solar, deve-se considerar as oscilações nas tarifas de energia cobradas pela concessionária local. A Tabela

2 apresenta os reajustes dos últimos anos pela COPEL. Em cima disso, fez-se uma previsão dos possíveis reajustes nos próximos 25 anos. Foi calculada a média aritmética dos dados da Tabela 2 e este valor foi usado para a geração de números aleatórios uniformemente distribuídos na curva Normal com 1% de Desvio Padrão, através do software Excel.

Não se pode ignorar as variações na inflação geral do país, que vão interferir diretamente nos custos anuais de manutenção do sistema e no preço de implementação dos inversores. Para determinar valores de inflação nos próximos 25 anos, foi utilizado um método equivalente ao do cálculo das tarifas futuras de energia, por meio das taxas de inflação dos últimos 10 anos determinadas pelo IPC (Índice de Preços ao Consumidor).

Outras taxas também incidirão no fluxo de caixa, como as de uso de capital de terceiros e até mesmo o capital próprio usado pela empresa. O capital de giro equivale a 17% do investimento inicial feito, sendo por meio de capital próprio. O restante do capital necessário virá por empréstimo de terceiros, por meio do cartão BNDES, para obter todo o imobilizado do sistema.

A taxa incidente para o capital próprio é a Taxa SELIC no momento de realização desta pesquisa. Para o capital de terceiros é a taxa de 1,12% ao mês (ou 14,30% anual) cobrada pelo BNDES em seu Cartão BNDES, que precisa ter seu pagamento feito em no máximo 48 parcelas (4 anos). Todo o imobilizado do sistema no ano inicial de investimento foi obtido por meio deste crédito, assim como os dois inversores que serão trocados ao longo da vida útil do produto.

Diante de todos os dados e valores citados acima, é possível definir o fluxo de caixa do projeto. A seguir está descrito o fluxo previsto para os 25 anos seguintes da instalação do sistema fotovoltaico na distribuidora de Londrina (valores representados em reais).

Tabela 5 – Fluxo de caixa previsto para os 6 primeiros anos do projeto

Fluxo de caixa	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
Investimento inicial	-61534,20	-	-	-	-	-	-
Manutenção	-	-659,10	-697,50	-731,62	-774,59	-835,77	-903,52
Valor da energia paga	-	-947,38	-974,48	-1017,00	-1063,94	-1097,57	-1164,12
Economizado em energia	-	11422,21	11748,92	12261,64	12827,53	13232,99	14035,42
Inflação para manutenção	-	7,1%	5,8%	4,9%	5,9%	7,9%	8,1%
Inflação - consumo elétrico	-	2,9%	4,4%	4,6%	3,2%	6,1%	5,2%
Taxa sobre capital de giro	-	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38
Taxas - Cartão BNDES	-	-7303,49	-5477,62	-3651,75	-1825,87	-	-
Fluxo de caixa acumulado	-61534,20	-60188,35	-56755,40	-51060,51	-43063,76	-32930,49	-22129,09
Fluxo de caixa Líquido	-61534,20	2512,23	4599,33	6861,27	9163,13	11299,65	11967,78

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 6 – Fluxo de caixa previsto para os anos 7 a 13 do projeto

Fluxo de caixa	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13
Investimento inicial	-	-	-	-22599,50	-	-	-
Manutenção	-956,28	-1022,86	-1100,55	-1183,84	-1225,41	-1300,07	-1383,18
Valor da energia paga	-1224,63	-1272,99	-1327,66	-1419,64	-1483,88	-1560,92	-1641,24
Economizado em energia	14764,94	15348,00	16007,14	17116,15	17890,59	18819,44	19787,94
Inflação para manutenção	5,8%	7,0%	7,6%	7,6%	3,5%	6,1%	6,4%
Inflação - consumo elétrico	3,9%	4,3%	6,9%	4,5%	5,2%	5,1%	4,3%
Taxa sobre capital de giro	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38
Taxas - Cartão BNDES	-	-	-	-	-3231,73	-2423,80	-1615,86
Fluxo de caixa acumulado	-10711,44	1174,33	13586,88	4333,68	15116,87	27485,15	41466,42
Fluxo de caixa Líquido	12584,04	13052,14	13578,94	-8086,83	11949,57	13534,66	15147,65

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 7 – Fluxo de caixa previsto para os anos 14 a 20 do projeto

Fluxo de caixa	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Investimento inicial	-	-	-	-	-	-	-40840,69
Manutenção	-1475,47	-1579,26	-1672,45	-1795,32	-1883,18	-2012,55	-2139,38
Valor da energia paga	-1711,08	-1781,64	-1875,37	-1968,41	-2081,89	-2186,80	-2313,35
Economizado em energia	20629,95	21480,65	22610,76	23732,47	25100,61	26365,54	27891,25
Inflação para manutenção	6,7%	7,0%	5,9%	7,3%	4,9%	6,9%	6,3%
Inflação - consumo elétrico	4,1%	5,3%	5,0%	5,8%	5,0%	5,8%	3,8%
Taxa sobre capital de giro	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38
Taxas - Cartão BNDES	-807,93	-	-	-	-	-	-
Fluxo de caixa acumulado	56935,51	73888,87	91785,42	110587,79	130556,95	151556,75	132988,21
Fluxo de caixa Líquido	16635,47	18119,74	19062,94	19968,75	21135,54	22166,18	-17402,16

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 8 – Fluxo de caixa previsto para os últimos 5 anos do projeto

Fluxo de caixa	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
Investimento inicial	-	-	-	-	-
Manutenção	-2308,32	-2444,97	-2611,59	-2760,35	-2883,77
Valor da energia paga	-2401,07	-2522,90	-2644,51	-2775,06	-2923,34
Economizado em energia	28948,95	30417,74	31883,93	33458,02	35245,73
Inflação para manutenção	7,9%	5,9%	6,8%	5,7%	4,5%
Inflação - consumo elétrico	5,1%	4,8%	4,9%	5,3%	4,1%
Taxa sobre capital de giro	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38	-1166,38
Taxas - Cartão BNDES	-5840,22	-4380,16	-2920,11	-1460,05	-
Fluxo de caixa acumulado	150221,17	170124,48	192665,83	217962,00	246234,24
Fluxo de caixa Líquido	18399,33	21069,70	23707,73	26462,55	29438,62

Fonte: Os autores (2017)

Agora será verificada a viabilidade econômico-financeira do projeto através de métodos como *Payback* Descontado, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). A

Taxa SELIC de 11,15% no momento de realização deste artigo servirá como base de taxa aplicada ao VPL e como comparação ao resultado obtido pela TIR.

As tabelas a seguir descrevem os resultados (em reais) para os métodos ano a ano:

Tabela 9 – Valores obtidos pelos métodos VPL e *Payback* Descontado para os anos 0 a 6 do fluxo de caixa

Análise	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6
VPL	- 61.534,20	2.260,22	3.722,85	4.996,62	6.003,52	6.660,67	6.346,83
<i>Payback</i> Descontado	- 61.534,20	-59.273,98	-55.551,13	-50.554,51	- 44.550,99	- 37.890,32	- 31.543,50

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 10 – Valores obtidos pelos métodos VPL e *Payback* Descontado para os anos 7 a 13 do fluxo de caixa

Análise	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13
VPL	6.004,18	5.602,81	5.244,22	- 2.809,85	3.735,50	3.806,57	3.832,85
<i>Payback</i> Descontado	-25.539,32	-19.936,50	-14.692,29	- 17.502,14	- 13.766,65	- 9.960,07	- 6.127,22

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 11 - Valores obtidos pelos métodos VPL e *Payback* Descontado para os anos 14 a 20 do fluxo de caixa

Análise	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
VPL	3.787,06	3.711,16	3.512,68	3.310,47	3.152,41	2.974,48	-2.100,94
<i>Payback</i> Descontado	-2.340,16	1.371,00	4.883,68	8.194,15	11.346,57	14.321,05	12.220,10

Fonte: Os autores (2017)

Tabela 12 - Valores obtidos pelos métodos VPL e *Payback* Descontado para os anos 21 a 25 do fluxo de caixa

Análise	Ano 21	Ano 22	Ano 23	Ano 24	Ano 25
VPL	1.998,50	2.058,97	2.084,36	2.093,17	2.094,98
<i>Payback</i> Descontado	14.218,60	16.277,57	18.361,93	20.455,10	22.550,08

Fonte: Os autores (2017)

O VPL de cada ano foi encontrado por meio da Equação 1. Para o cálculo do *Payback* descontado foram utilizados os valores de VPL das tabelas acima. A Tabela a seguir descreve um panorama geral dos resultados obtidos:

Tabela 13 – Panorama geral dos resultados obtidos após as análises

Métodos	Resultados obtidos
VPL	R\$ 22.250,08
TIR	14,69%
<i>Payback</i> Descontado	14,63 anos

Fonte: Os autores (2017)

Analisando os resultados, verifica-se que o retorno do investimento ocorrerá entre 14 e 15 anos. Os cálculos feitos indicam que este retorno acontecerá dentro de 14,63 anos, sendo um bom indicativo já que ocorrerá antes mesmo dos gastos com a segunda troca de inversor. O VPL é positivo no final do sistema indicando que haverá real economia nas contas de energia da distribuidora. O cálculo da TIR dá um resultado acima da Taxa SELIC, indicando boa rentabilidade do projeto.

5. Considerações Finais

O presente estudo indica que a maior dificuldade na implementação de um sistema fotovoltaico está no investimento inicial, por ser um alto valor, exigindo que a companhia tenha esse valor em mãos e que tenha um bom planejamento de custos para arcar com manutenções ou até mesmo custos extras e oscilações um pouco diferentes das previstas nas inflações. Apesar disso, os sistemas indicam retorno financeiro positivo em todos os métodos de análise, mostrando que há garantias de economia nas contas de energia da distribuidora estudada.

O novo sistema de obtenção de energia se mantém por meio de uma fonte renovável como o Sol e atua reduzindo a emissão de poluentes, permitindo para a companhia a obtenção de selos verdes que poderão servir de apoio para campanhas de marketing.

Referências

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, 17 de Abril de 2012**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>> Acesso em 16/05/2017
- BNDES. **Cartão BNDES**. Disponível em: <<https://www.cartaobndes.gov.br/cartaobndes/index.asp>> Acesso em 07 de julho de 2017
- BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. 2008, 67 f. Monografia (Curso de Energia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- BRIGHAM, E. F.; HOUSTON, J. F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.. **Matriz Energética Brasileira**. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/fontes?_afzLoop=281568095118002#!%40%40%3F_afzLoop%3D281568095118002%26_adf.ctrl-state%3D13g46c211p_4> Acesso em 07 de agosto de /2017
- CAMIOTO, F. C. **Consumo energético nos setores industriais brasileiros - Uma avaliação de desempenho e estratégias para a redução da emissão de CO2**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013
- CASAROTTO FILHO, N. C. ; KOPITTKKE, B. H. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- CHIAVENATO, Idalberto; SAPIRO, Arão. **Planejamento Estratégico: Fundamentos e aplicações**. Ed. São Paulo, 2009.

CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica. **Potencial Solar – Sun Data**. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>> Acesso em 09 de agosto de 2017

EPE. Empresa de Pesquisa Energética do Ministério de Minas e Energia. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Energética Brasileira**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/geracao/Documents/Estudos_23/NT_EnergiaSolar_2012.pdf> Acesso em 17 de agosto de 2017

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2010. 775p.

GOMES, Vanessa P. R. C; CAMIOTO, Flávia de Castro. **Análise de viabilidade econômica da implantação de um sistema de energia fotovoltaico nas residências uberabenses**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_228_330_29541.pdf> Acesso em 08 de agosto de 2017

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. **Índice de preços ao consumidor**. Disponível em: <<http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92B7350710C7>> . Acesso em 23 de agosto de 2017.

INSTITUTO IDEAL. **O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica**. Disponível em: <https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/estudofv2016_final> Acesso em 09 de agosto de 2017

INSTITUTO IDEAL. **Simulador Solar**. Disponível em: <<http://americadosol.org/sobre-o-simulador-solar/>> Acesso em 19 de agosto de 2017

JÚNIOR, Emerson Shinji Ikuta; GOYA, Fernando Takeo. **Estudo da viabilidade técnico-econômica de sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica em diferentes cenários de geração**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014..

MARTINS, Eliseu. **Avaliação de empresas: da mensuração contábil à econômica**. Caderno de estudos, n. 24, p. 28-37, 2000. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/cest/article/download/5659/7190>> Acesso em 03 de agosto de 2017

MIRANDA, Arthur B. C. M. **Análise de viabilidade econômica de um sistema fotovoltaico conectado à rede**. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010504.pdf>> Acesso em 19 de maio de 2017

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. CRESESB. 2014.

RUTHER, Ricardo. **Edifícios Solares Fotovoltaicos: O Potencial da Geração Solar Fotovoltaica Integrada a Edificações Urbanas e Interligadas à Rede Elétrica Pública no Brasil**. Florianópolis: Labsolar, 2004.

SAMANEZ, C.P. **Engenharia Econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009

YIN; R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005