Análise econômico-financeira do processo de implantação do Sistema Solar Fotovoltaico em um restaurante

Juan Pablo Silva Moreira (UNIPAM) juan.b7@hotmail.com

Resumo:
A energia solar fotovoltaica tem se tornado, nos últimos anos, uma das fontes mais limpas e com maior disponibilidade entre as fontes de energia. Neste sentido, o presente projeto de pesquisa tem o objetivo analisar a viabilidade econômica e financeira da implantação de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e diversificação energética, bem como sua utilização para sombreamento de estacionamento em um restaurante localizado na cidade de Patos de Minas, no estado de Minas Gerais. Para tanto, a fim de analisar a lucratividade foram utilizados conhecimentos básicos sobre Gestão Econômia e a taxa de incidência de energia solar nas localidades do empreendimento. Os resultados revelaram que o projeto é viável para o período analisado, pois proporciona a recuperação do investimento no período de 12 anos, permite gerar uma lucratividade para o empreendimento nos meses sucedentes ao período de *Payback* observado.
Palavras chave: Energia solar fotovoltaica, Restaurante, Payback, Taxa de investimento.

Economic and Financial Analysis of the Photovoltaic solar system deployment process in a restaurant

Abstract
Photovoltaic solar energy has become, in recent years, one of the cleanest sources and greater availability of energy sources. In this sense, this research project aims to analyze the economic and financial viability of the implementation of photovoltaic solar energy as an alternative to reduce costs and energy diversification, as well as their use for parking shading in a restaurant located in the city of Patos Minas, in Minas Gerais. Therefore, in order to analyze the profitability they were used basic economy management and the incidence rate of solar energy in the locations of the enterprise. The results revealed that the project is feasible for the period analyzed, it provides the recovery of investment in the period of 12 years, allows to generate a profit for the enterprise in the succeeding months Payback period observed.
Key-words: Photovoltaic solar energy, Restaurant, Payback, Investment rate.

1. Introdução

A energia solar fotovoltaica tem se tornado, nos últimos anos, uma das fontes mais limpas e com maior disponibilidade entre as fontes de energia. O Brasil possui grande destaque pela disponibilidade de energia solar utilizada, tanto para geração térmica quanto fotovoltaica, possuindo por sua vez, uma quantidade muito superior a energia solar disponível em outros países, tais como os europeus que, apesar deste fato, possuem um dos maiores programas de

incentivo ao uso da energia solar existentes, subsidiando, em alguns casos, a instalação dessa tecnologia nas residências europeias (JARDIM, 2007).

A preocupação ambiental é crescente, na maioria dos países. Por consequência, as fontes de energias renováveis vêm ganhando cada vez mais espaço no mercado mundial (JARDIM, 2007). Entretanto, no Brasil apesar de possuir condições favoráveis para a energia fotovoltaica, este recurso ainda é pouco explorado. Não obstante, a energia solar assume e demonstra papel predominante e revolucionário na evolução do setor energético em nosso País, principalmente, a partir da normatização da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEL).

Diante do exposto, o presente estudo, com dados de 2015 e 2016, tem por objetivo analisar a viabilidade econômica e financeira da implantação de energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e diversificação energética, bem como sua utilização para sombreamento de estacionamento em um restaurante localizado na cidade de Patos de Minas, no estado de Minas Gerais, que para fins de confidencialidade, será considerado apenas como Restaurante Alfa. O tema alinha-se a um pensamento de desenvolvimento multidimensional alicerçado no tripé econômico, social e ambiental numa era simbólica em termos de leitura sociológica. (HARVEY, 1992; BELL, 1977; TENÓRIO 2007; TOFFLER, 1995, MARCUSE, 1973).

A aplicação do estudo proposto, leva em consideração o sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, onde a energia gerada pelos painéis é entregue a rede convencional, proporcionando redução ou eliminação do consumo da rede pública, ou mesmo geração de excedente de energia. Essa energia deve ser quantificada e para essa finalidade é habitualmente utilizado um contador bidirecional (AMARAL, 2011).

Outro aspecto a ser considerado é a utilização dos painéis para sombreamento de estacionamento, possibilitando assim, a captação pluviométrica da água da chuva. Dentro desse panorama, o trabalho visa expor o dimensionamento do projeto realizando um estudo de viabilidade econômica e financeira, observando os métodos analíticos do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), e o *Payback* descontado, bem como analisando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

2. Energia Solar Fotovoltaica

O desenvolvimento de alternativas nos modos de produção como uma alternativa sustentável é fato desafiador desde anos de 1970, década marcada pelo declínio do Taylorismo e Fordismo como modelos de hegemonia capitalista. Neste sentido, o desenvolvimento de energias renováveis se fator de extrema importância para a sustentabilidade no que tange o tripé econômico, social e ambiental nas relações de produção de múltiplas possibilidades. (VILLALVA E FAZOLI, 2012; HARVEY, 1992; TOFFLER, 1995; ETGES E DEGRANDI, 2013).

Em meio às fontes de energias renováveis, a energia solar fotovoltaica tem se sobressaído sobre as demais, já que não degrada o meio ambiente e pode ser analisada como uma fonte inesgostável de energia. Contribuindo, Goldemberg e Paletta (2012, p. 36) enfatizam a relação entre "às questões ambientais, pode-se afirmar que a tecnologia solar fotovoltaica não gera qualquer tipo de efluentes sólidos, líquidos ou gasosos durante a produção de eletricidade. Também não emite ruídos nem utiliza recursos naturais esgotáveis." Os mesmos autores salientam ainda que "o desenvolvimento atual da tecnologia solar fotovoltaica permite que sistemas fotovoltaicos utilizem o inesgotável recurso solar transformando-o em eletricidade de forma limpa, segura e confiável."

Os primeiros experimentos quanto ao tema ocorreram em meados de 1839, com a descoberta por Beqquerel, um físico e cientista francês, de uma tensão elétrica resultante da ação da luz sobre um eletrodo metálico mergulhado em uma solução química. Em 1877, Adams e Day, cientistas ingleses, verificaram um efeito parecido no selênio sólido, outro tipo de semicondutor. Em 1905, Albert Einstein, explicitou em pesquisa o efeito fotoelétrico, que possui estreita relação com o efeito fotovoltaico, que posteriormente lhe rendeu o prêmio Nobel. (VILLALVA e GAZOLI, 2012).

No Brasil os valores anuais de radiação solar global incidente em qualquer região são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, como Alemanha, França e Espanha, onde existem projetos que contam com fortes incentivos governamentais, subsidiando a instalação dessa aplicação, principalmente nos EUA (*A Million Roofs Program* - programa um milhão de telhados), na Alemanha (*Hundert Tausend Dächer Programme* - programa cem mil telhados), seguido pela lei de incentivo às energias renováveis com tarifa-prêmio privilegiada para a geração solar, no Japão (*New Sunshine Program*) (JARDIM, 2007).

A geração fotovoltaica de luz solar diretamente em energia elétrica, tem sido e continuará sendo uma das mais fascinantes tecnologias no campo da energia (HINRICHS, KLEINBACH e REIS, 2010). Nesse sentido, Junior (2010) e Monteiro (2014) destacam que os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são constituídos basicamente pelo painel fotovoltaico e o inversor, uma vez que não são utilizados elementos para armazenar a energia elétrica. Essencialmente, toda a energia gerada é entregue instantaneamente à rede pública. Desta forma, quando não há sol e quando não há irradiação solar, o consumidor utiliza a eletricidade que vem diretamente da rede elétrica.

2.1 Indicadores de Viabilidade econômico-financeira

2.1.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Para Pilão e Hummel (2003, p.89) "a taxa que identificamos como TMA representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento, ou o máximo que um tomador de dinheiro se propõe a pagar ao fazer um financiamento." Os autores salientam ainda que a TMA é composta, basicamente, a partir de três componentes: o custo de oportunidade, o risco do negócio e a liquidez do negócio. O custo de oportunidade representa a remuneração que teríamos pelo capital, a exemplo a remuneração da caderneta de poupança. O risco do negócio, uma vez que o ganho deve remunerar o risco inerente à nova ação. A liquidez que pode ser descrita como a facilidade, a velocidade de mudar de posição no mercado para assumir outra.

2.1.2 Valor Presente Líquido (VPL)

Por considerar explicitamente o valor do dinheiro no tempo, o valor presente líquido (VPL) é considerado uma técnica sofisticada para análise de investimentos. Esse tipo de técnica, de uma forma ou de outra, desconta os fluxos de caixa da empresa a uma taxa especificada. Essa taxa, frequentemente chamada de taxa de desconto, custo de oportunidade ou custo de capital (GITMAN, 2002). Samanez (2007, p. 20) explanam que o método do 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."

2.1.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A taxa interna de retorno (TIR) de um investimento é uma taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial. Em outras palavras, a (TIR) é a taxa de desconto que faz com que o valor presente líquido (VPL) de uma oportunidade de investimento iguale-se a zero (GROPPELLI e NIKBAKHT, 2010). Pilão e Hummel (2003) sobressaem que o método da taxa interna de retorno (TIR) é aquele que nos permite descobrir a remuneração do investimento em termos percentuais. De acordo com os autores encontrar a TIR de um investimento é o mesmo que encontrar sua potência máxima, o percentual adequado de remuneração que o investimento oferece.

2.1.4 Índice de Payback descontado

Segundo Groppelli e Nikbakht (2010, p. 134) "o número de anos necessários para recuperar o investimento inicial é chamado de período de recuperação de investimento (*Payback*). Se o período *Payback* encontrado representa um período de tempo aceitável para a empresa, o projeto será selecionado." O método *Payback* consiste basicamente em mostrar o tempo que um investimento leva para ser ressarcido, porém deve-se ignorar a taxa de desconto do projeto. O conceito de *Payback* descontado atua justamente nesta falha, já que faz uma estimativa do valor (em dinheiro) em um intervalo de tempo, utilizando uma taxa de desconto para serve para evidenciar o número exato de períodos, em que o projeto consegue recuperar o valor inicial investido (OLIVEIRA, 2008).

3. Metodologia da pesquisa

Para Fonseca (2002), a palavra metodologia é um termo derivado de dois conceitos distintos: o termo *methodus* significa organização, maneira de ir ou de ensinar, e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação, ou seja, metodologia é o estudo da organização, dos caminhos a serem percorridos para se realizar uma pesquisa ou um estudo. Nesse sentido, o presente estudo caracteriza-se como pesquisa exploratória com abordagem descritiva e qualitativa, realizada por meio de um estudo de caso desenvolvido com o intuído de analisar a viabilidade econômica e financeira de instalação de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica, bem como a utilização deste sistema para sombreamento de estacionamento em um restaurante localizado na cidade de Patos de Minas - MG.

A pesquisa exploratória, segundo Cervo e Bervian (2002) necessita de um planejamento bastante flexível para possibilitar a consideração dos mais diversos aspectos de um problema ou situação. Silva (2003) salienta que a pesquisa exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. De acordo com o mesmo autor, tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com o escopo de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Na maioria das vezes, assumindo forma semelhante a de uma pesquisa bibliográfica ou de um estudo de caso.

Para efeitos de análise e projeção do projeto, observaram-se as faturas de energia elétrica do empreendimento no ano de 2015. Além do exposto, respeitou-se a vida útil do projeto de 25 anos, tempo de duração dos módulos e equipamentos do sistema, conforme demonstrado nas especificações técnicas. Para a análise da viabilidade econômico-financeira deste projeto foram analisados o *Payback* descontado, o Valor Presente Líquido (VPL), e a Taxa Interna de Retorno (TIR), bem como a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e taxas de reajuste anual para a tarifa e custos anuais.

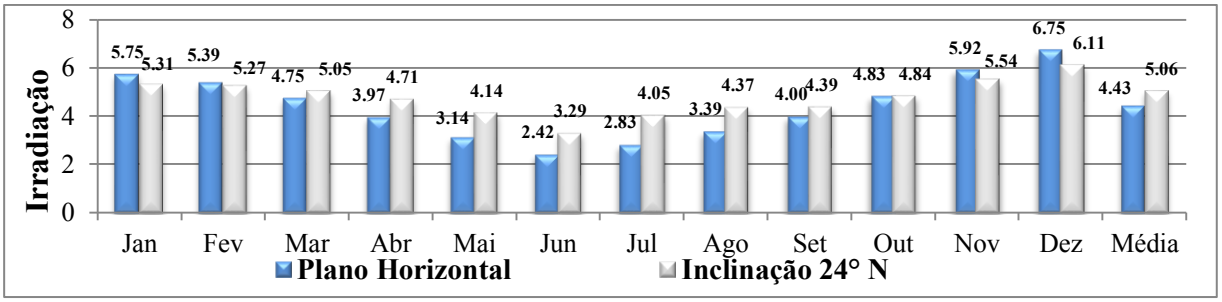
4 Análise dos resultados

4.1 Instalação do sistema fotovoltaico conectado à rede

O sistema proposto opera em paralelismo com a rede de eletricidade. A regulamentação deste sistema adveio em abril de 2012 com a aprovação pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) produzindo a Resolução Normativa nº 482, que proporciona aos consumidores a produção de energia. Nesta conjuntura, para análise da viabilidade econômica e financeira da implantação do sistema na empresa em estudo, bem como a utilização deste sistema para sombreamento de estacionamento, observou-se uma área disponível de 688,86 m², conforme se verifica na Figura 1, em que se ilustra a área do projeto.

Figura 1 – Área do Projeto

Para dimensionar de forma apropriada o sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, considerou-se o índice solarimétrico da (CRESESB) Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito, que é representado pela grandeza KWh/m².dia, ou seja a quantidade de *watts* que incidem em uma área de 1 m² (metro quadrado) durante um dia. Este resultado representa uma estimativa média anual do índice solarimétrico local. Dentre os índices solarimétricos apresentados na cidade de Patos de Minas pode-se observar uma variação média anual de 4,43 KWh/m².dia no plano horizontal e 5,06 KWh/m².dia no plano inclinado em 25º N, conforme se vislumbra na Figura 2.



Fonte: adaptado CRESESB, disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data

Figura 2 – Gráfico de Irradiação Solar no Plano Horizontal e Inclinação 25º N

Através da Figura 5, observa-se que, o sistema instalado na posição horizontal, obtém incidência de sol sobre os painéis solares de 4,43 KWh/m².dia. Já com o sistema inclinado em 25° N, a incidência de sol sobre os painéis solares alcança 4,72 KWh/m².dia. Constata-se assim, que a inclinação dos painéis solares resulta em um ganho na eficiência do sistema de aproximadamente 6,55%.

Não obstante, observando que o presente projeto além de gerar energia limpa servirá como sombreamento de estacionamento optou-se pela inclinação mínima, ou seja, instalação do

sistema na posição horizontal mesmo com a perda de 6,55% na eficiência do sistema, uma vez que o plano inclinado não proporcionará a cobertura integral do estacionamento, como também, o espaço não comportará o número de módulos desejados e não proporcionará a captação da água da chuva. Com o intuito de melhor ilustrar, segue na Figura 3 a simulação do projeto implantado, conforme parâmetros e critérios elegidos.

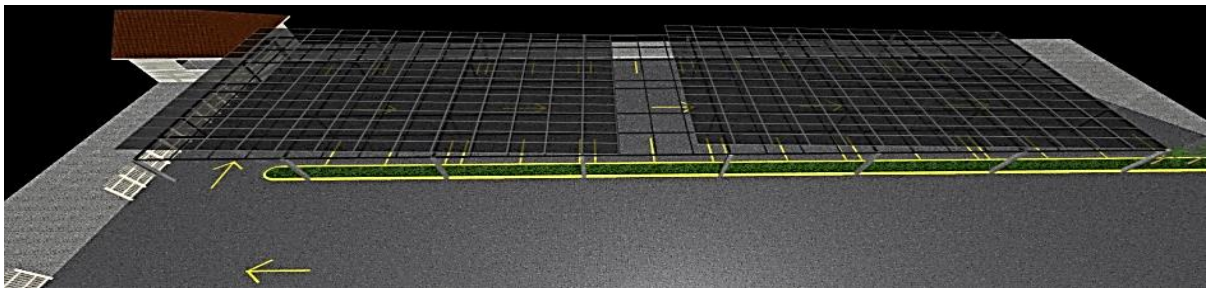


Figura 3 – Simulação do Projeto Implantado

4.2 Investimentos em equipamentos para instalação e geração de energia

Os dados de investimento incluídos nesse estudo foram levantados em empresa especializada na comercialização e instalação de sistema solar com placas fotovoltaicas. O sistema solar fotovoltaico proposto e consequentemente sua utilização para sombreamento de estacionamento na empresa em estudo é composto dos equipamentos descritos no Tabela 1, onde se vislumbra especificadamente os investimentos necessários.

Descrição	Potência (W)	Unidade	Quant.	Valor Unit.	Valor Total
Painel Solar 260 W policristalino Marca Jinko	260	pç	390	R$ 848,75	R$ 331.012,50
Inversor Solis 30k	30000	pç	4	R$ 23.000,00	R$ 92.000,00
Quadro de Proteção e Comando		pç	4	R$ 7.900,00	R$ 31.600,00
Cabos de conexão CA e CC, Tubulções e conectores		gl	1	R$ 9.126,24	R$ 9.126,24
Projeto + ART		gl	1	R$ 12.500,00	R$ 12.500,00
Estrutura Metálica pintada e Serviço de instalação		gl	1	R$ 100.000,00	R$ 100.000,00
Serviço de Instalação Elétrica		gl	1	R$ 27.000,00	R$ 27.000,00
Total					**R$ 603.238,74**

Tabela 1 – Investimento do Projeto

O projeto elétrico deverá ser encaminhado à concessionária de energia local para avaliação e aprovação, haja vista que este procedimento é uma exigência da própria concessionária, com o objetivo de garantir a segurança e bom funcionamento do sistema. Observando os demais equipamentos necessários para instalação do sistema, verifica-se a necessidade de investimento de R$ 603.238,74 (seiscentos e três mil, duzentos e trinta e oito reais e setenta e quatro centavos), conforme evidenciado no Tabela 1.

4.3 Capacidade de geração de energia solar fotovoltaica

Na projeção da capacidade de geração de energia fotovoltaica do projeto, observaram-se as possíveis perdas de potência advindas de aumento de temperatura, descasamento, corrente continua, conversão e outras perdas presumíveis, abrangendo a monta de 19% no que se refere às perdas totais. No Tabela 2 apresenta-se discriminadamente as possíveis perdas na aplicação do sistema proposto.

Descrição	%
Perda por sombreamento totais	0,00%
Perda por aumento de temperatura	5,00%
Perdas por descasamento	5,00%
Perdas de corrente continua	1,50%
Outras perdas	5,00%
Perdas na conversão	2,50%
Perdas totais	**19,00%**

Tabela 2 – Perda de Potência Projetada

Com base nestes dados, o sistema proposto, desenvolvido com 390 (trezentos e noventa) painéis fotovoltaicos de 260 W com vida útil projetada de aproximadamente 25 anos, com degradação de 0,8% ao ano, bem como, considerando as premissas de instalação do sistema, e levando em consideração que o consumo anual manter-se-á em média de 38.889,63 KWh/mês e 466.675,60 KWh/ano, conforme 2015, a geração de energia elétrica compreenderá aproximadamente 25,32% do consumo da edificação, no período projetado. Com intuito de melhor elucidar, segue figura 4.

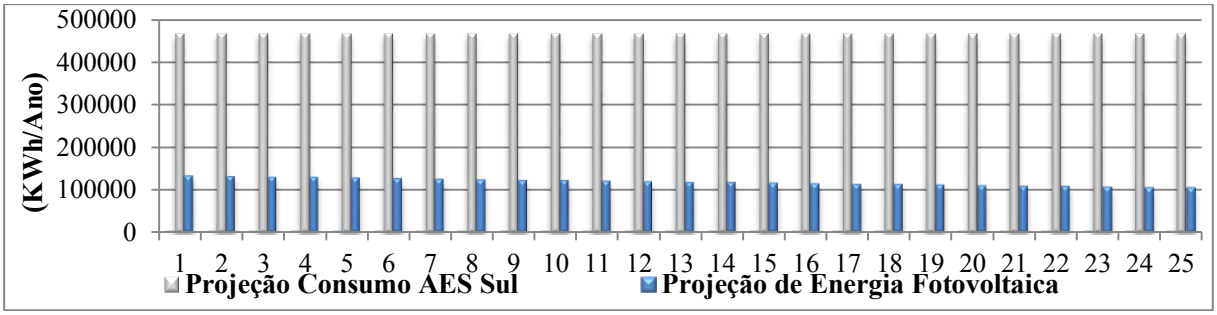


Figura 4 – Gráfico de Projeção Consumo x Projeção de Energia Fotovoltaica (25 Anos)

4.4 Análise da viabilidade econômica e financeira do projeto

A energia elétrica atualmente consumida pelo empreendimento em estudo é fornecida pela concessionária local, Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Em análise às faturas de energia elétrica do ano de 2015, foi possível constatar que a empresa consumiu em média 38.889,63 KWh/mês, ou seja 466.675,60 KWh/ano, ao preço médio de R$ 0,57 (cinquenta e sete centavos) o KWh, acarretando em um custo aproximado de R$ 22.167,09 (vinte e dois mil, cento e sessenta e sete reais e nove centavos) mensais, o equivalente à R$ 266.005,07 (duzentos e sessenta e seis mil, cinco reais e sete centavos) no ano de 2015.

Levando em consideração a média de preço praticado por KWh pela distribuidora junto ao empreendimento analisado, nos primeiros três meses do ano de 2016, que atingem o preço médio de 0,67 (sessenta e sete centavos), bem como observando um reajuste de 4,8% ao ano na tarifa (base em estatísticas passadas da ANEEL e previsões do IGPM e IRT), e a depreciação do painel fotovoltaico em 0,8% ao ano (conforme especificações técnicas do projeto) realizou-se a projeção do fluxo de caixa ao longo de 25 anos.

Além do disposto, restaram observados os custos com manutenção e seguro do empreendimento, sendo os mesmos reajustados a uma taxa de 10% ao ano. Ainda, levando-se em consideração a projeção de 25 anos, tempo de duração dos módulos e equipamentos do sistema, consideraram-se após o 15º ano, as tarifas e os custos constantes, ou seja, sem reajustamento, devido às incertezas quanto à estimativa do valor para um grande período. Com base nessas premissas, observa-se no Tabela 3 o fluxo de caixa projetado para o período de 25 anos.

Ano	Energia Produzida (KWh)(*)	Tarifa Elétrica (KWh) AES Sul (**)	Receita de Energia Produzida	Manutenção Anual(***)	Seguro Anual(***)	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Payback Descontado	TIR
0						-R$ 603.238,74	-R$ 603.238,74	-R$ 603.238,74	
1	132634,91	R$ 0,67	R$ 88.865,39	R$ 5.000,00	R$ 5.000,00	R$ 78.865,39	R$ 71.695,81	-R$ 531.542,93	-86,93%
2	131335,09	R$ 0,70	R$ 92.218,25	R$ 5.500,00	R$ 5.500,00	R$ 81.218,25	R$ 67.122,52	-R$ 464.420,41	-56,19%
3	130048,00	R$ 0,74	R$ 95.697,60	R$ 6.050,00	R$ 6.050,00	R$ 83.597,60	R$ 62.808,12	-R$ 401.612,30	-34,31%
4	128773,53	R$ 0,77	R$ 99.308,24	R$ 6.655,00	R$ 6.655,00	R$ 85.998,24	R$ 58.737,95	-R$ 342.874,35	-20,21%
5	127511,55	R$ 0,81	R$ 103.055,10	R$ 7.320,50	R$ 7.320,50	R$ 88.414,10	R$ 54.898,20	-R$ 287.976,15	-10,92%
6	126261,94	R$ 0,85	R$ 106.943,32	R$ 8.052,55	R$ 8.052,55	R$ 90.838,22	R$ 51.275,81	-R$ 236.700,34	-4,55%
7	125024,57	R$ 0,89	R$ 110.978,25	R$ 8.857,81	R$ 8.857,81	R$ 93.262,64	R$ 47.858,48	-R$ 188.841,86	-0,04%
8	123799,33	R$ 0,93	R$ 115.165,42	R$ 9.743,59	R$ 9.743,59	R$ 95.678,25	R$ 44.634,61	-R$ 144.207,25	3,25%
9	122586,10	R$ 0,97	R$ 119.510,56	R$ 10.717,94	R$ 10.717,94	R$ 98.074,67	R$ 41.593,24	-R$ 102.614,02	5,70%
10	121384,75	R$ 1,02	R$ 124.019,65	R$ 11.789,74	R$ 11.789,74	R$ 100.440,17	R$ 38.724,03	-R$ 63.889,98	7,58%
11	120195,18	R$ 1,07	R$ 128.698,86	R$ 12.968,71	R$ 12.968,71	R$ 102.761,43	R$ 36.017,26	-R$ 27.872,73	9,03%
12	119017,27	R$ 1,12	R$ 133.554,62	R$ 14.265,58	R$ 14.265,58	R$ 105.023,45	R$ 33.463,71	R$ 5.590,98	10,18%
13	117850,90	R$ 1,18	R$ 138.593,58	R$ 15.692,14	R$ 15.692,14	R$ 107.209,29	R$ 31.054,71	R$ 36.645,69	11,09%
14	116695,96	R$ 1,23	R$ 143.822,66	R$ 17.261,36	R$ 17.261,36	R$ 109.299,95	R$ 28.782,09	R$ 65.427,79	11,82%
15	115552,34	R$ 1,29	R$ 149.249,03	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 111.274,05	R$ 26.638,12	R$ 92.065,91	12,42%
16	114419,93	R$ 1,29	R$ 147.786,39	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 109.811,41	R$ 23.898,16	R$ 115.964,07	12,89%
17	113298,61	R$ 1,29	R$ 146.338,08	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 108.363,10	R$ 21.439,06	R$ 137.403,13	13,27%
18	112188,29	R$ 1,29	R$ 144.903,97	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 106.928,99	R$ 19.232,12	R$ 156.635,25	13,58%
19	111088,84	R$ 1,29	R$ 143.483,91	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 105.508,93	R$ 17.251,55	R$ 173.886,80	13,83%
20	110000,17	R$ 1,29	R$ 142.077,77	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 104.102,78	R$ 15.474,22	R$ 189.361,02	14,04%
21	108922,17	R$ 1,29	R$ 140.685,41	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 102.710,42	R$ 13.879,32	R$ 203.240,33	14,21%
22	107854,73	R$ 1,29	R$ 139.306,69	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 101.331,71	R$ 12.448,19	R$ 215.688,53	14,35%
23	106797,76	R$ 1,29	R$ 137.941,48	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 99.966,50	R$ 11.164,07	R$ 226.852,60	14,47%
24	105751,14	R$ 1,29	R$ 136.589,66	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 98.614,67	R$ 10.011,91	R$ 236.864,51	14,56%
25	104714,78	R$ 1,29	R$ 135.251,08	R$ 18.987,49	R$ 18.987,49	R$ 97.276,09	R$ 8.978,19	R$ 245.842,71	14,64%
Total	2.953.707,87		R$ 3.164.044,93	R$ 348.737,33	R$ 348.737,33	R$ 2.466.570,28	R$ 849.081,45		
	VPL →		R$ 245.842,71				TMA →	10%	

(*) Depreciação do painel fotovoltaico em 0,8% ao ano.

(**) Reajuste de 4,8% ao ano na tarifa.

(***) Reajuste de 10% ao ano nos custos.

Observação: Após o 15º ano, as taxas permanecem constantes, devido às incertezas quanto à estimativa do valor para um grande período.

Tabela 3 – Fluxo de Caixa Projetado (25 anos)

Observando os métodos analíticos, constata-se que o Payback descontado considerando uma TMA de 10% ao ano, proporciona a recuperação do investimento proposto de R$ 603.238,74 (seiscentos e três mil, duzentos e trinta e oito reais e setenta e quatro centavos) no período de 12 anos. Verifica-se ainda, que o Valor Presente Líquido (VPL) ao final do vigésimo quinto ano será de R$ 245.842,71 (duzentos e quarenta e cinco mil, oitocentos e quarenta e dois reais e setenta e um centavos), e a Taxa Interna de Retorno (TIR) de 14,64%. Para melhor ilustrar segue *Payback* descontado, conforme Figura 9.

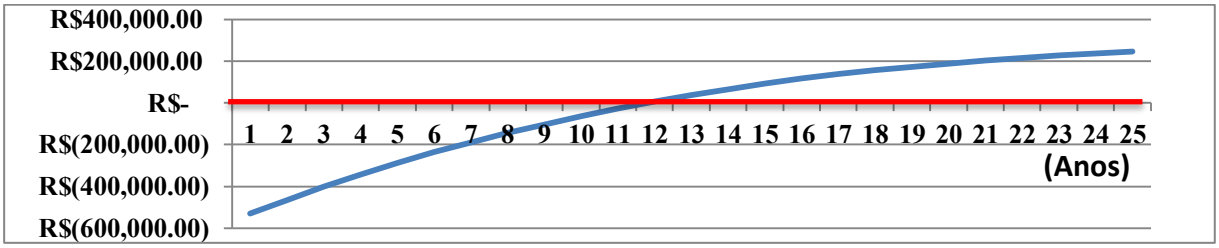


Figura 5– Gráfico do Payback descontado

Cabe salientar ainda, que a economia acumulada durante 8 anos (soma dos fluxos de caixas) proporciona um valor de R$ 697.872,68 (seiscentos e noventa e sete mil, oitocentos e setenta e dois reais e sessenta e oito centavos), ou seja, o saldo positivo de R$ 94.633,94 (noventa e quatro mil, seiscentos e trinta e três reais e noventa e quatro reais), superior ao custo total da instalação do sistema fotovoltaico. Não obstante, é possível concluir, que para uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 10% ao ano, o projeto de energia fotovoltaica através de fonte limpa, sustentável e sem emitir resíduos, como alternativa para redução de custos, diversificação energética e utilização com sombreamento de estacionamento é viável para o período analisado, considerando os dados projetados.

5. Considerações Finais

Tem se acreditado que a resolução normativa nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEL) promova uma forte iniciativa estratégica quanto as prática de energia sustentáveis, já que tem contribuído para a intensificação e o crescimento da formulação de pesquisas com a finalidade de gerar e gerenciar a energias renováveis, em especial a energia solar fotovoltaica. É importante salientar que este tipo de energia se mostra significante para o aumento da produtividade, já que além de possuir uma radiação solar em abundância, o Brasil, tem se mostrado bastante preocupado com desenvolvimento inovações sustentáveis e que não degradem o meio ambiente, sobretudo após a Agenda 21, reunião em que foram discutidos as forma de reduzir a poluição atmosférica gerada pelos países desenvolvidos e emergentes.

Em contrapartida a este fato, é possível evidenciar que apesar desta nova forma de energia se mostrar bastante benéfica para inovar a forma arcaica de produção industrial, ainda se mostra inviável a usinas solares fotovoltaicas nas industrias, pois Entretanto, ainda são ineficazes as políticas de incentivo através de financiamentos com baixas taxas de juros e isenções fiscais, bem como através de contribuições com a instalação, como ocorre na maioria dos países europeus.

Mais do que isso, por ser uma tecnologia extremamente dependente do mercado externo, é necessário que haja desenvolvimento das indústrias brasileiras nesse setor para que ocorram reduções nos custos de implantação de sistemas fotovoltaicos. Não obstante, o presente estudo objetivou analisar a viabilidade econômica e financeira do sistema de energia solar fotovoltaico, bem como sua utilização como sombreamento de estacionamento. Para tal, realizou-se pesquisa exploratória, por meio de um estudo de caso, com abordagem descritiva com caráter qualitativo em um restaurante localizado na cidade de Patos de Minas/MG.

Os resultados revelaram que o projeto é viável para o período analisado, pois proporciona a recuperação do investimento no período de 12 anos, permite uma geração de riqueza na monta de R$ 245.842,71 (duzentos e quarenta e cinco mil, oitocentos e quarenta e dois reais e setenta e um centavos) e remunera o investimento na monta de 14,64% ou seja, superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 10% ao ano. Conclui-se ainda, que além de reduzir custos e de apresentar viabilidade econômica e financeira para o empreendimento analisado, a energia solar, uma das mais importantes dentre as fontes de energias renováveis, gerará benefícios inestimáveis também ao meio ambiente, pois é uma fonte limpa e sustentável.

Este artigo por tratar uma temática ensaística não pretende esgotar o tema visto que não tem um aprofundamento teórico metodológico no que se refere à teoria crítica (MARCUSE, 1973) e não pode generalizar os achados em função da metodologia qualitativa adotada. Seria salutar um maior aprofundamento em novos estudos envolvendo a multidimensionalidade do tema com

viés para sustentabilidade no que se refere às várias dimensões sociais, ambientais e econômicas quebrando o paradigma dos estudos de viabilidade que normalmente são unidimensionais.

Referências

AMARAL, André Neves do. *Estudo da viabilidade económica da instalação de sistemas de colectores solares fotovoltaicos em edifícios residenciais*. 2011. 70 fl. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica na Especialidade de Energia e Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Portugal, 2011.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa n° 482, de 17 de abril de 2012. *Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica e dá outras providências.* Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2015.

BELL, Daniel. *Las contradicciones culturales del capitalismo*. Alianza, Madrid, 1977, 264 p.

BELL, Daniel. *The coming of Post–Industrial Society*/D. 1973.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. *Metodologia Científica*. 5 º ed. São Paulo: Prentice Hall, 2001.

CRESESB, Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/. Acesso em: 08 jan. 2016.

ETGES, Virgínia E. DEGRANDI, José O. Desenvolvimento regional: a diversidade regional como potencialidade. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional: Blumenau*,vol. 01, n 01, abril, 2013, p. 85-94.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002.

GITMAN, L. J. *Princípios de administração financeira*. Tradução de Jean Jacques Salim. 7º ed. São Paulo: Harbra, 2002.

GOLDEMBERG, J.; PALETTA, F. C. (Org.). *Energias Renováveis*. São Paulo: Blucher, 2012.

GROPPELLI, A. A.; NIKBAKHT, E. *Administração Financeira*. Tradução de Célio Knipel Moreira. 3º ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

HARVEY, David. *A condição pós-moderna***.** São Paulo: Loyola, 1992.

HINRICHS, R.A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. *Energia e Meio Ambiente*. Tradução de Lineu Belico dos Reis, Flávio Maron Vichi, Leonardo Freire de Mello. 4º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

JARDIM, Carolina da Silva. *A inserção da geração solar fotovoltaica em alimentadores urbanos enfocando a redução do pico de demanda diurno*. 2007. 148 fl. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

JUNIOR, Jair Urbanetz. *Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas: Sua influência na qualidade da energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade*. 2010. 189 fl. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

MARCUSE, Herbert. *A ideologia da sociedade industrial*: o homem unidimensional. Tradução de Giasone Rebuá. 1973

MONTEIRO, José Alberto Máximo. *Produção Fotovoltaica: Legislação, tarifas, tecnologia necessária e viabilidade económica para a produção numa perspetiva de chave na mão*. 2014. 102 fl. Tese (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores Major Energia) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2014.

OLIVEIRA, Mário Henrique da Fonseca. *A avaliação econômico-financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o método de Monte Carlo e o VPL Fuzzy*. 2008. 231 fl. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. V. *Matemática Financeira e Engenharia Econômica: A teoria e a prática da análise de projetos de investimentos*. São Paulo: Thomson, 2003.

SAMANEZ, Carlos Patricio, *Gestão de Investimentos e Geração de Valor*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

SILVA, Antonio Carlos Ribeiro da. *Metodologia da Pesquisa Aplicada à Contabilidade: orientações de estudos, projetos, relatórios, monografias, dissertações, teses***.** São Paulo: Atlas, 2003.

TENÓRIO, Guilherme F. *Tecnologia da Informação transformando as organizações e o trabalho***.** Rio de Janeiro. Editora FGV, 2007. 216 p.

TOFFLER, Alvin. *"Powershift", as mudanças de poder: u*m perfil da sociedade do século XXI pela análise das transformações e natureza do poder. Rio de Janeiro, Record, 1995, p.613.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. *Energia fotovoltaica***:** conceitos e aplicações. São Paulo: Érica, 2012.