



ENERGIA SOLAR: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG.

FABRÍCIO ALMEIDA SANTOS
a219562251@fumec.edu.br
FUMEC

CARLOS ALBERTO DE SOUZA
carlosprofs@gmail.com
FUMEC

VANDA APARECIDA OLIVEIRA DALFIOR
vdalfior@ig.com.br
PITÁGORAS

Resumo: Em meio à escassez de chuva e aumento das tarifas com serviço de fornecimento de energia elétrica, pensar em independência energética se torna uma boa opção. Desta forma, este trabalho apresenta um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação de um sistema de geração de energia solar através de placas fotovoltaicas em uma residência no município de Ipatinga, no interior do estado de Minas Gerais, com consumo médio de 138 KWh/mês. O sistema de geração fotovoltaica foi orçado através do simulador eletrônico no Portal Solar em R\$ 10.841,00 (com todos os equipamentos montados e funcionando) com um agregado de R\$ 6.000,00 correspondendo sobre a manutenção dos equipamentos. No final do estudo, mesmo o Payback apresentando fluxo de caixa positivo, tendo seu retorno no décimo segundo ano, o projeto tornou-se inviável por não atingir valores estipulados como o VPL (Valor Presente Líquido) positivo e a TIR (Taxa Interna de Retorno) ficou abaixo da taxa de atratividade do projeto. Foi possível verificar que a adoção da instalação de um sistema de geração de energia elétrica fotovoltaica é uma oportunidade de investimento que poderá gerar benefícios ao longo do tempo. Entretanto, no estudo em questão, mesmo que o payback se alcance em 12 anos e que gere caixa nos períodos seguintes de R\$ 18.909,00, a viabilidade econômica para este consumidor não é favorável tendo em vista que, quando se leva em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo, o projeto se torna inviável pelo fato de que os indicadores não atingiram os valores mínimos estabelecidos

como o VPL, que atingiu um valor negativo de – R\$ 745,86 e a TIR que gerou um valor de 6,88% em detrimento da taxa de atratividade estabelecida de 7,39%, ou seja, é melhor realizar o investimento na aplicação financeira do que instalar o sistema de geração de energia fotovoltaica. Portanto, este projeto de instalação de um sistema de geração de energia elétrica solar por meio de placas fotovoltaicas não é viável.

Palavras Chave: Viabilidade econômica - Energia solar - VPL - TIR - Payback



1. Introdução

O Brasil vive um momento hostil no qual apresenta inúmeros desafios para a sociedade. Um destes desafios está relacionado com o fornecimento de um serviço que traz impactos de todos os níveis e a toda sociedade: a energia elétrica.

A falta de energia elétrica nos dias de hoje pode gerar algumas consequências no desenvolvimento do país, diminuindo sua capacidade produtiva, além de impactar outros setores da sociedade como, por exemplo, hospitais que necessitam desta fonte para salvar vidas.

A matriz energética do Brasil, em 2013, estava dividida em diversas fontes geradoras como a hidráulica, gás natural, derivados de petróleo, nuclear, eólica, biomassa, carvão e derivados conforme dados do relatório BEN 2014 (Balanço Energético Nacional), realizado pelo EPE (Empresa de Pesquisa Energética). A maior parte da geração de energia elétrica em 2013 era proveniente do sistema de geração hidráulica (70%), seguida por Biomassa (7,6%), dentre outras fontes. Devido à estiagem em 2014, os reservatórios das Hidrelétricas sofreram fortes quedas necessitando que a defasagem de produção por fontes de geração hidráulicas fossem supridas por outras fontes como termoeletricas, que consequentemente gerou um custo maior na geração de energia elétrica, sendo repassada ao consumidor no início de 2015, e desde então, rumores de novos aumentos tem sido comentados constantemente em noticiários. Neste contexto, pensar em fontes de geração de energia elétrica tornou-se evidente, principalmente pelo fato de que o consumo tem uma demanda crescente ocasionado por empresas que buscam expansão, famílias que aumentam o número de integrantes no domicílio, melhoria na qualidade de vida (condicionadores de ar, eletroeletrônicos, etc.), além de outros fatores.

Com o aumento do custo na conta de energia elétrica devido a um custo maior na produção e aumento do valor de imposto pago (consequentemente), uma possibilidade de investimento a fim de obter uma fonte de energia independente e gerar economia (diminuindo ou até zerando a conta) é o projeto de instalação de uma unidade de geração de energia elétrica fotovoltaica.

Neste intuito, o objetivo deste estudo é analisar a viabilidade econômica de um projeto de geração de energia solar através de placas fotovoltaica em uma residência do bairro Iguaçu, na cidade de Ipatinga, no interior de Minas Gerais.

Este estudo se justifica pelo aumento do custo da energia elétrica ao consumidor residencial ofertada pela concessionária de energia elétrica CEMIG, tendo em vista, que a projeção de aumento de custos na geração de energia elétrica será gradativa em detrimento do sistema utilizado pela geração de energia fotovoltaica, onde a relação de custo é contrária (diminuição dos custos ao passar do tempo).

O estudo utilizará o *Payback*, TIR (Taxa de retorno do Investimento) e VPL (Valor presente líquido) para averiguação da viabilidade econômica do projeto de instalação do sistema fotovoltaico na residência de um consumidor comum, comparando com os valores que serão pagos na conta de luz da concessionária CEMIG durante os próximos períodos. Contudo, o estudo levará em conta somente uma análise básica, sem levar em consideração outros fatores que possam influenciar o preço do equipamento fotovoltaico como taxa de juros, inflação, alterações de leis de importação, dentre outros fatores.



O trabalho se distribuirá em cinco partes, tendo por início na primeira parte que é a introdução, seguida da abordagem de um referencial teórico sobre consumo e fornecimento de energia elétrica no Brasil, seguindo falando do custo da geração de energia elétrica. Após, foi inserido informações sobre o sistema fotovoltaico. Por conseguinte, apresentou-se o conceito sobre *Payback*, VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno). Encerrando a primeira parte, foi abordado o perfil da residência e a relação das fontes de geração de energia com o meio ambiente.

Na terceira parte do trabalho, foi apresentada a metodologia aplicada para a obtenção dos resultados. Na quarta parte, foi onde se desenvolveu o trabalho abordando o custo do consumidor com energia elétrica, aspectos técnicos do sistema fotovoltaico e a viabilidade econômica do projeto.

Na última parte do trabalho, apresentou-se a conclusão do trabalho e as recomendações sobre aspectos do projeto.

2. Referencial Teórico

2.1. Consumo e fornecimento de energia elétrica no Brasil

Sabe-se que o Brasil é um país em desenvolvimento que ainda carece de mudanças para que seu progresso seja contínuo e sustentável. Assim, um item necessário é de se ter um sistema de geração de energia elétrica capaz de acompanhar este desenvolvimento e suprir suas necessidades de todos. No Brasil, o consumo de energia elétrica está sempre demandando mais disponibilidade deste recurso para suprir necessidades do governo, das empresas e da sociedade. O relatório BEN 2014 realizado pelo EPE demonstra que em 2013 ocorreu um acréscimo no consumo de 3,69% em relação ao ano anterior e que a geração de energia foi 3,2% superior no ano de 2013 ante o ano de 2012. Ainda não se tem um balanço para este ano, porém a tendência é de que estes números continuem em escala crescente, tanto para o uso, quanto para o fornecimento.

2.2 Custo da geração de energia

Na geração de energia, cada modelo exige características específicas que influenciam no custo de produção, e conseqüentemente, no valor final do serviço ao usuário. No Brasil, existem diversos valores de tarifa sendo aplicadas conforme volume de serviço oferecido cada organização sendo levado em consideração o tipo de geração de eletricidade (hidráulica, biomassa, termoeletricas, etc.), quantidade de linhas de transmissão instalada, além de outras condições que contribuem para o aumento ou diminuição no custo desta geração.

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) traz em seu portal uma lista com todas as concessionárias que fornecem este serviço com suas respectivas tarifas. Alguns exemplos de tarifas cobradas se encontram na tabela abaixo:

Tabela 1 – Lista de preço das tarifas vigentes de algumas Concessionárias

Sigla	Concessionária	B1 – Residencial (R\$ / KWh)
UHENPAL	Usina Hidroelétrica Nova Palma Ltda.	0,58908
CHESP	Companhia Hidroelétrica São Patrício	0,56166
CFLO	Companhia Força e Luz do Oeste	0,55335
HIDROPAN	Hidroelétrica Panambi S.A.	0,54650
CEMIG-D	Cemig Distribuição S.A.	0,50974
EMG	Energisa Minas Gerais	0,50110
JARI	Jari Celulose, Papel e Embalagens	0,37079
CPFL Leste Paulista	Companhia Leste Paulista de Energia	0,36211
CEA	Companhia de Eletricidade do Amapá	0,30111
BOA VISTA	Boa Vista Energia S.A.	0,28978

Fonte: ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (adaptado) Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>>

A concessionária que atende a residência em estudo é a GEMIG-D, com a tarifa de R\$ 0,50974 (bandeira verde), R\$ 0,53474 (bandeira amarela) e R\$ 0,56474 (bandeira vermelha).

Fatores como território total com linhas de transmissão, geração por outras fontes e estiagem durante longos períodos elevam os custos de geração e manutenção de toda estrutura, sendo estes, repassados ao consumidor final.

2.3 Energia fotovoltaica: conceito e história

O Sol é uma fonte de energia que traz benefícios a terra através de luz e calor. O sistema de energia fotovoltaica se beneficia desta luz para transformá-la em eletricidade através de células fotovoltaicas. Este sistema é composto por painéis fotovoltaicos e de equipamentos para conversão desta energia de corrente contínua para alternada, quando o uso é domiciliar.

A observação desta transformação de luz solar em energia elétrica se deu inicialmente por um pesquisador francês chamado Alexandre Edmond Becquerel no início do século XIX, porém teve sua aplicação prática somente em 1950 através da criação da primeira célula fotovoltaica (Molina Junior, 2015, p.74).

Molina (2015) descreve o funcionamento das placas fotovoltaicas:

Os dispositivos que transformam a luz solar em eletricidade são compostos de material semicondutor (silício), sendo a ele adicionadas substâncias denominadas dopantes a fim de criar a possibilidade para que se estabeleça a movimentação eletrônica quando da introdução da energia luminosa contida na radiação solar incidente, resultando em corrente contínua.

Desde então, a aplicação deste sistema foi inicialmente em programas espaciais por ter valores altos para quase todas as aplicações. A partir de 1970, ocorreram avanços tecnológicos que diminuíram custos e possibilitaram a aplicação em alguns projetos. Mesmo ainda com custo ainda elevado, em 2012 no Brasil, ocorreu um marco na utilização deste sistema de geração de energia, tornando a aplicação mais viável. Isto se deu devido



à publicação da Resolução Normativa 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), publicada em abril de 2012, que estabeleceu regras gerais para criação de um sistema de compensação de energia intitulado mundialmente como *net metering*, ou seja, este sistema estabelece que o mini e microgeradores de energia possa injetar o excedente produzido na rede da concessionária, adquirindo créditos para uso em contas futuras no prazo máximo de 36 meses. Enfim, neste sistema você repassa o excedente da sua produção e ganha créditos para usá-los no futuro. Assim através deste modelo, é possível minimizar o impacto sobre o custo da energia elétrica ou até extingui-la.

2.4 *Payback*

O *payback* é utilizado para a verificação quando um investimento se pagará e trará ganhos efetivos. Abreu Filho (2007, p.78) relata:

“O critério consiste em somar os valores dos benefícios obtidos pela operação do projeto. O período payback é o tempo necessário para que esses benefícios totalizem o valor do investimento feito.”

Existem dois tipos de *payback*: simples e o descontado. A diferença é que no modelo simples vai somente considerar o valor do que foi investido sem considerar o valor do dinheiro no tempo e no modelo descontado, o valor do dinheiro é levado em conta no decorrer do tempo. Neste estudo, será utilizado somente o modelo de *payback* simples para análise da viabilidade econômica.

2.5 Valor presente líquido – VPL

O VPL é uma ferramenta muito utilizada para análise de investimento de projetos em qualquer nível de organização e que tem basicamente o objetivo de medir o lucro. Abreu Filho (2007, p.83) diz:

VPL é simplesmente a diferença entre o valor presente do projeto e o custo do projeto na data atual. VPL positivo significa que o projeto vale mais do que custa, ou seja, é lucrativo. VPL negativo significa que o projeto custa mais do que vale, ou seja, se for implementado, trará prejuízo.

Assim, um VPL positivo indica que o projeto pode prosseguir, pois se pagará no dentro do tempo determinado além de gerar receita para o caixa da empresa, ou seja, trará lucro. Já a indicação de um VPL negativo leva ao gestor do projeto abortar imediatamente o projeto, pois ele não conseguirá pagar o investimento, trazendo prejuízo à organização.

2.6 Taxa interna de retorno – TIR

A taxa interna de retorno é outra ferramenta utilizada pelos profissionais de finanças para analisar a viabilidade de um projeto. Segundo Gitman (2010):

“Taxa interna de retorno (TIR) é uma técnica sofisticada de orçamento de capital; é a taxa de desconto que iguala o VPL de uma oportunidade de investimento a zero (isso porque o valor presente das entradas de caixa iguala-

se ao investimento inicial). É a taxa de retorno anual composta que a empresa obterá, se aplicar recursos em um projeto e receber as entradas de caixa previstas.”

Assim, a TIR é utilizada para verificar se a taxa de retorno do projeto é melhor do que outros investimentos a uma taxa estabelecida pelo dono do capital a ser investido. Por exemplo, um investimento de capital que dará uma taxa de 10%, o que estabelecerá que a TIR do projeto deva ser maior que 10% para aceitação do patrocinador.

2.7 Fontes de geração de energia e o Meio Ambiente

A geração de energia pode influenciar de várias maneiras o meio ambiente trazendo impactos pequenos, médios ou grandes. Para Goldemberg (2003), os impactos ambientais se destacam como:

- Locais – Poluição urbana do ar, poluição do ar em ambientes fechados;
- Regionais – Chuva ácida; ou
- Global – efeito estufa, desmatamento, degradação costeira e marinha.

Por exemplo, a geração por fonte hidráulica é uma fonte renovável, limpa, porém demanda uma grande área para os reservatórios (represamento dos rios) influenciando a comunidade local, a fauna e a flora. Já as termoelétricas trazem impactos negativos ao meio ambiente pela emissão de gases de efeito estufa, poluição do ar com elementos que causam chuvas ácidas e afetam a respiração, além de outros aspectos. A nuclear pode causar danos irreversíveis ao meio ambiente, caso não tenha o devido tratamento da segurança de sua atividade ou do rejeito gerado. As fontes que geram o menor impacto são: eólica e a fotovoltaica.

Essas duas fontes tem se destacado no Brasil na geração de energia elétrica por terem condições e características ideais de funcionamento em algumas localidades do país. A geração de eletricidade por estas fontes sustentáveis são feitas por elementos disponíveis em níveis satisfatórios no Brasil e a geração de materiais que prejudicam o meio ambiente é pequeno e de fácil tratamento ou destinação.

Contudo, o aumento da participação destas duas fontes na matriz energética do Brasil tem se demonstrado visível perante as demais fontes existentes. No relatório BEN 2014 demonstra que houve uma evolução da capacidade instalada desta fonte de geração de energia elétrica, passando de 1.894 MW em 2012 para 2.207 MW em 2013, totalizando um crescimento de 16,5%. Assim, a participação de fontes renováveis e que apresente condições melhores para o meio ambiente é necessário para o desenvolvimento sustentável.

3 Metodologia

Diante das definições sobre a aplicação da metodologia no trabalho científico, este estudo, terá por base os tipos de pesquisa trabalhados por Vergara (2006, p. 46-47), que se divide em dois critérios: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, este estudo se baseia na pesquisa metodológica por aplicar métodos de análise financeira a fim de se obter resultados para tomada de decisão em aceitar ou rejeitar o projeto. Quanto aos meios, a pesquisa é bibliográfica em virtude da utilização de dados retirados de materiais de livros, de portais eletrônicos de órgãos



regulamentadores, dentre outras fontes e também um estudo de caso, pois realiza uma pesquisa detalhada sobre o sistema a ser implantado com aplicação de técnicas para análise da viabilidade do projeto. A escolha da residência se deu por ser constituída por um casal com perspectiva de aumento de integrantes (planejamento de filhos), e conseqüentemente, com aumento do gasto com energia elétrica além de possuir condições favoráveis para instalação do sistema de geração de energia solar.

No primeiro momento, levantaram-se dados referentes ao consumo da energia elétrica de uma residência localizada no bairro Iguaçu, município de Ipatinga, no estado de Minas Gerais com seu respectivo valor pago pelo serviço de fornecimento da conta dos últimos 12 meses da concessionária CEMIG. Ademais, foram compilados os dados retirados da fatura em uma tabela contemplando o mês de consumo, total de KWh consumido, valor da tarifa (com imposto) por KWh vigente e o valor total da fatura do serviço.

Adiante, foi realizado uma simulação no portal eletrônico Portal Solar a fim de ter o valor total do projeto de inserção do sistema de geração de energia solar através de placas fotovoltaicas, analisando aspectos técnicos e comerciais. A escolha pelo portal se deu por apresentar um valor bem próximo ao custo real do sistema montado.

Por fim, foram aplicados métodos de análise de viabilidade de projetos para a tomada de decisão de se investir ou não no projeto utilizando. Os métodos aplicados foram o *Payback*, o VPL e a TIR.

No final do trabalho, foram apresentados os resultados sobre a viabilidade da instalação do sistema de geração de energia fotovoltaica, tendo por resultado a rejeição do projeto mediante os métodos aplicados.

4. Desenvolvimento

4.1 Perfil da residência em estudo

A residência objeto de estudo contém 2 moradores com consumo médio de 138 Kwh/mês levando em consideração os últimos 12 meses (junho de 2014 a maio de 2015) e um custo médio de R\$ 119,23 levando em consideração os últimos 5 meses (janeiro de 2015 a maio de 2015). No cálculo de custo, foram levados em consideração os cinco últimos meses devido ao aumento do valor da tarifa cobrada pela concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica, ou seja, valores reajustados para uma estimativa mais próxima do cenário futuro.

A busca por alternativas de diminuição dos custos com energia elétrica tem estado presente na vida de cada consumidor, seja ele como consumidor residencial ou empresarial. No atual mercado residencial, uma oportunidade de investimento para diminuição destes custos é a utilização da mini ou micro geração de energia elétrica por sistema fotovoltaico que, apesar de ter um valor de investimento alto em curto prazo, pode-se tornar atrativo no decorrer de alguns anos.

Por este motivo, o presente artigo busca verificar a viabilidade econômica para um projeto de instalação do kit de geração de energia com painéis fotovoltaicos (painéis fotovoltaicos, conversores, chaves, etc.) ligados a rede da concessionária responsável pelo fornecimento CEMIG.

4.2 Custo do consumidor com energia elétrica

Para iniciar o estudo era necessário identificar alguns dados a fim de obter uma visão sobre o consumo mensal e o valor total gasto com a utilização do serviço de fornecimento de energia da concessionária CEMIG.

Desta maneira, levantaram-se dados do boleto do consumidor das últimas 12 contas (junho de 2014 a maio de 2015) emitidas pela CEMIG conforme tabela abaixo:

Tabela 2 – Dados de consumo e custo com energia elétrica da residência

MÊS	CONSUMO KWH/MÊS	VALOR KWh (com imposto)	CUSTO CONTA/MÊS
JUNHO 2014	126	0,6078	R\$ 87,95
JULHO 2014	129	0,6101	R\$ 90,06
AGOSTO 2014	140	0,5892	R\$ 93,86
SETEMBRO 2014	133	0,6015	R\$ 91,38
OUTUBRO 2014	107	0,6008	R\$ 75,66
NOVEMBRO 2014	176	0,6101	R\$ 117,67
DEZEMBRO 2014	157	0,5981	R\$ 103,69
JANEIRO 2015	138	0,6463	R\$ 101,42
FEVEREIRO 2015	153	0,6461	R\$ 111,10
MARÇO 2015	139	0,7896	R\$ 126,31
ABRIL 2015	144	0,8358	R\$ 138,38
MAIO 2015	116	0,8700	R\$ 118,93
Média	138,16		R\$ 104,70

Fonte: Dados da conta de Luz do consumidor emitido pela CEMIG (adaptado)

Através da tabela 2 acima, percebe-se que a partir de janeiro de 2015 iniciou-se um acréscimo no valor do KWh pago, passando de R\$ 0,5981 no mês de Dezembro de 2014 para R\$ 0,6463 em Janeiro de 2015, chegando a R\$ 0,8700 em Maio de 2015, totalizando um aumento de aproximadamente 45,47% no valor de tarifa paga (com impostos). Além disto, a partir de janeiro de 2015, houve a inclusão do sistema tarifário de bandeira (verde, amarela e vermelha), elevando ainda mais o custo do consumidor com o serviço de energia elétrica.

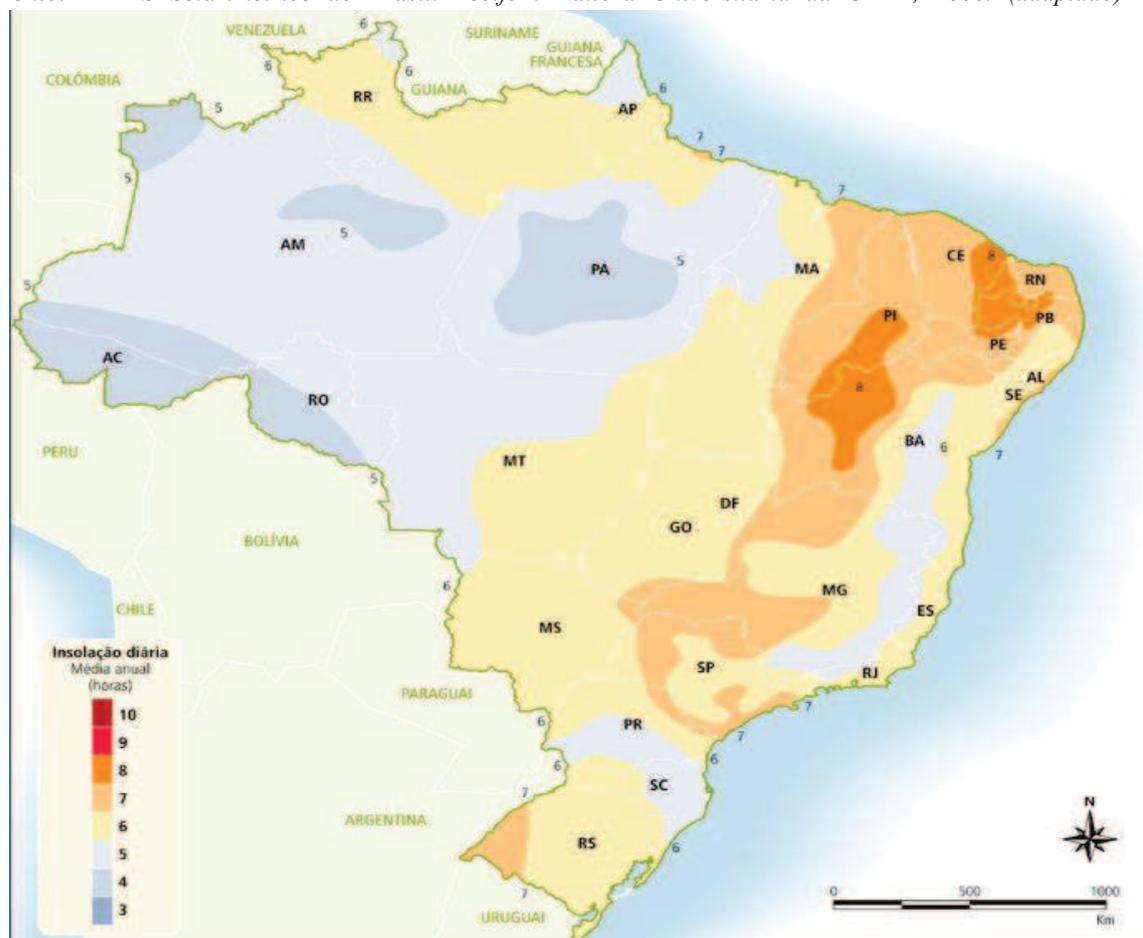
Também foi realizado na tabela acima o cálculo da média de consumo de KWh/Mês chegando no valor de 138,16 KWh/mês, além do cálculo da média do valor do custo total pelo serviço de fornecimento de energia elétrica alcançando o valor de R\$ 104,70. Porém, para o estudo em questão, foi utilizado para cálculo das ferramentas de análise de investimento, a média dos últimos cinco meses, nos quais representaram os aumentos do custo geral. Para tanto, o valor encontrado da média de Jan 2015 a Mai 2015 foi de R\$ 119,23.

4.3 Aspectos técnicos para instalação do sistema de energia fotovoltaica

Hoje, em Ipatinga-MG, cidade situada ao leste do Estado (latitude 19°28'06' S e longitude 42°32'12 W), a aproximadamente 209 km da capital, tem uma média de insolação de 5 a 6 horas por dia conforme apresentação no mapa abaixo.

Figura 1 – Média anual de insolação diária no Brasil (horas)

Fonte: ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife : Editora Universitária da UFPE, 2000. (adaptado)



Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_solar/3_2.htm>

A média de radiação solar global diária está entre 5500 a 5900 Wh/m² dia. Considerando estes dados, a instalação de painéis solares fotovoltaicos já pode ser viável do ponto de vista técnico, porém, outros fatores ainda são necessários para a implantação do sistema de energia solar. A avaliação técnica de um profissional é necessária para a constatação de que a residência possua espaço adequado para acondicionar todos os elementos do sistema como: a fixação do painel (neste projeto é de 7 m²), a conexão via cabo até a rede local interna e da concessionária responsável pelo fornecimento, sombreamento dos painéis, dentre outros fatores. A residência em estudo, aparentemente se adequa a todos os requisitos necessários.

4.4 Viabilidade econômica da instalação do sistema de energia fotovoltaica

O estudo sobre a viabilidade econômica da instalação do sistema de energia fotovoltaica utilizará de métodos praticados pela maioria dos profissionais da área de gestão econômica e financeira. Macedo (2014, p.56) confirma a utilização, dizendo que “Os métodos mais utilizados, com base no fluxo de caixa dos projetos, são: Período de



Payback simples, período de *payback* descontado, Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL)”.

No estudo será utilizado o *payback* simples, a TIR e o VPL para análise de investimento do projeto em questão, levando em consideração uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) que será baseada nos ganhos de uma aplicação financeira. Como o estudo está baseado em um consumidor residencial, se adotará uma taxa que seja dentro deste perfil de consumidor, e que atenda os requisitos mínimos conforme orienta Macedo (2014, p.63): “A taxa de juros auferida no novo projeto deve ser no mínimo a taxa de juros equivalente à rentabilidade das aplicações correntes, seguras e de baixo risco”. Enfim, será utilizada a taxa de 7,39% correspondente a uma aplicação de caderneta de poupança dos últimos 12 meses.

Para analisar o *Payback* do projeto é necessário aplicar uma tabela demonstrando a depreciação do valor investido x valor economizado na conta de luz. Para melhor entendimento, será apresentando o fluxo de caixa do período em que o projeto estará em atividade. O conjunto completo (Equipamentos, instalação, adequação a rede) do sistema fotovoltaico tem uma estimativa de custo para residência estudada de R\$ 10.841,00 (Utilizando simulador do portal solar) incrementada do valor de manutenção no período de 25 anos de R\$ 6.000,00, totalizando um investimento de R\$ 16.841,00. O período de 25 anos do projeto será referente a garantia que existe das placas fotovoltaicas pelo fabricante, ou seja, as placas, que são os elementos que elevam o custo do sistema, tem garantia de funcionamento de no mínimo 25 anos garantidos pelo fabricante. O fluxo de caixa de cada ano será o valor da média dos últimos cinco meses (JAN 2015 a MAI 2015 gerando o valor de R\$ 119,23) gasto com o fornecimento de energia elétrica pela CEMIG multiplicada por 12 meses. Será adotado o sistema de *payback* simples, para efeito de estudo, utilizando a seguinte tabela:

Tabela 3 - Fluxo de caixa e Payback

	Valor Investimento no Projeto (25 anos)	Fluxo de caixa	Payback
Ano 0	-R\$ 16.841,00		
Ano 1		R\$ 1.430,00	- R\$ 15.411,00
Ano 2		R\$ 1.430,00	- R\$ 13.981,00
Ano 3		R\$ 1.430,00	- R\$ 12.551,00
Ano 4		R\$ 1.430,00	- R\$ 11.121,00
Ano 5		R\$ 1.430,00	- R\$ 9.691,00
Ano 6		R\$ 1.430,00	- R\$ 8.261,00
Ano 7		R\$ 1.430,00	- R\$ 6.831,00
Ano 8		R\$ 1.430,00	- R\$ 5.401,00
Ano 9		R\$ 1.430,00	- R\$ 3.971,00
Ano 10		R\$ 1.430,00	- R\$ 2.541,00
Ano 11		R\$ 1.430,00	- R\$ 1.111,00
Ano 12		R\$ 1.430,00	R\$ 319,00
Ano 13		R\$ 1.430,00	R\$ 1.749,00
Ano 14		R\$ 1.430,00	R\$ 3.179,00
Ano 15		R\$ 1.430,00	R\$ 4.609,00
Ano 16		R\$ 1.430,00	R\$ 6.039,00
Ano 17		R\$ 1.430,00	R\$ 7.469,00

Ano 18	R\$ 1.430,00	R\$ 8.899,00
Ano 19	R\$ 1.430,00	R\$ 10.329,00
Ano 20	R\$ 1.430,00	R\$ 11.759,00
Ano 21	R\$ 1.430,00	R\$ 13.189,00
Ano 22	R\$ 1.430,00	R\$ 14.619,00
Ano 23	R\$ 1.430,00	R\$ 16.049,00
Ano 24	R\$ 1.430,00	R\$ 17.479,00
Ano 25	R\$ 1.430,00	R\$ 18.909,00

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme dados da Tabela 3, verifica-se que o *payback* do projeto de instalação é dado no ano 12, ou seja, o projeto terá o retorno do investimento somente no décimo segundo ano após sua instalação. Após este período, conta-se que os demais valores dos próximos fluxos de caixa serão de lucro para o investidor, ou seja, no final dos 25 anos, a implantação do sistema renderá R\$ 18.909,00.

Porém, somente a análise do *payback* simples não fornece condições para a aceitação do projeto por não levar em consideração o valor do dinheiro no decorrer do projeto. Deste modo, o próximo passo é realizar a análise do investimento considerando o valor do dinheiro durante a aplicação do projeto, que é de 25 anos.

Para tanto, o cálculo do VPL e da TIR dará condições de se tomar a decisão em aceitar ou rejeitar o projeto. Logo, segundo Macedo (2014, p.63) a fórmula do VPL é:

$$VPL = - CF_0 + \sum \frac{CF_j}{(1+i)^n}$$

Na equação acima, fluxo de caixa inicial(- CF₀) representa o investimento inicial realizado no projeto e, por isso, está negativo, seguido pelo somatório dos fluxos de caixa esperado (CF_j), descontado pelo período do investimento até a linha do período zero. Mediante o exposto, o VPL será encontrado pelo fluxo de caixa inicial de - R\$ 16.841,00 mais o somatória de R\$ 1.430,00 descontado pela taxa de 7,39% por 25 períodos (25 anos). Após o cálculo, o VPL atingiu o valor de - R\$ 745,86 representando que o projeto não é viável, considerando que, para que o projeto seja aceito, o VPL deverá ter o valor positivo, ou seja, VPL > 0.

Seguindo com a análise, a fórmula para se obter o valor da TIR é representada pela seguinte equação segundo Macedo (2014,p.68):

$$CF_0 \sum \frac{CF_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Onde:

TIR = Taxa Interna de Retorno

CF = Fluxo de Caixa

n = Período do movimento no Fluxo de caixa



Diante disso, o fluxo de caixa inicial será de – R\$ 16.841,00, seguido pelo fluxo de caixa de entradas de R\$ 1.430,00 durante 25 períodos (25 anos). Por fim, o valor da TIR é de 6,88%, que, conseqüentemente é menor do que a taxa de atratividade do investimento estabelecida de 7,39%, ocasionando a reprovação do projeto em questão.

5. Conclusão

Neste estudo, foi possível verificar que a adoção da instalação de um sistema de geração de energia elétrica fotovoltaica é uma oportunidade de investimento que poderá gerar benefícios ao longo do tempo. Entretanto, no estudo em questão, mesmo que o *payback* se alcance em 12 anos e que gere caixa nos períodos seguintes de R\$ 18.909,00, a viabilidade econômica para este consumidor não é favorável tendo em vista que, quando se leva em consideração o valor do dinheiro ao longo do tempo, o projeto se torna inviável pelo fato de que os indicadores não atingiram os valores mínimos estabelecidos como o VPL, que atingiu um valor negativo de – R\$ 745,86 e a TIR que gerou um valor de 6,88% em detrimento da taxa de atratividade estabelecida de 7,39%, ou seja, é melhor realizar o investimento na aplicação financeira do que instalar o sistema de geração de energia fotovoltaica.

Por outro lado, não se pode descartar integralmente este projeto por não ter alcançado o valor esperado porque, ao longo do tempo, o aumento dos impostos e das tarifas referentes ao fornecimento de energia elétrica tende a acontecer com certa frequência, e às vezes, em períodos menores do que se têm normalmente estabelecidos pelos órgãos controladores.

Portanto, este projeto de instalação de um sistema de geração de energia elétrica solar por meio de placas fotovoltaicas não é viável ao consumidor da residência em estudo visto que ele pode destinar este investimento na caderneta de poupança onde terá retorno financeiro mais atrativo.

6. Recomendações

Neste estudo, se levou em consideração primordialmente aspectos econômicos do projeto, visto que, nos tempos atuais este recurso se torna cada vez mais escasso. Todavia, a abordagem de outros fatores pode levar a viabilizar o projeto com o propósito de se analisar o contexto geral vivido. Certamente, ao se pensar em desenvolvimento sustentável ou no risco de ocorrer racionamento de energia pode contribuir para uma análise mais abrangente sobre o investimento no projeto e uma nova avaliação do risco no atual cenário vivenciado no país, tornando o projeto atrativo.

Verifica-se que o investimento obteve valores próximos ao determinado para viabilizar a aceitação do projeto. Pode ser que, qualquer aumento que ocorrer nos próximos meses, altere a situação de aceitação do projeto. Já para consumidores que tem um custo maior com o serviço de energia elétrica, este projeto já seja viável, entretanto, não se pode analisar somente os aspectos econômicos, já que aspectos técnicos como localização do imóvel, espaço para instalação das placas e distância para conexão a rede da concessionária são elementos que alteram substancialmente o custo do sistema fotovoltaico.

Deste modo, não há como descartar um possível incentivo do governo na ampliação



do uso do sistema de geração de energia solar através das placas fotovoltaicas como o de isenção de imposto, incentivos de créditos, alteração de legislação a fim de viabilizar novos empreendimentos, dentre outras opções.

Referências

- ABREU FILHO, José Carlos de. **Finanças corporativas / José Carlos Franco de Abreu Filho, Cristóvão Pereira de Souza, Danilo Américo Gonçalves, Marcus Vinícius Quintella Cury.** – reimpressão – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.
- GITMAN, Lawrence J.. **Princípios de administração Financeira / Lawrence J. Gitman; tradução Allan Vidigal Hastings; revisão técnica Jean Jacques Salim.** – 12. Ed. – São Paulo: Person Prentice Hall, 2010.
- GOLDEMBERG, J; Villanueva, L. D. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento.** Edusp. São Paulo, 2003.
- MACEDO, Joel de Jesus. **Análise de projeto e orçamento empresarial [livro eletrônico]/Joel de Jesus Macedo, Ely Celia Corbari.** – Curitiba: InterSaber, 2014. (Série Gestão Financeira). 2Mb; PDF
- MOLINA JUNIOR, Walter F.. **Recursos Energéticos e ambiente [livro eletrônico]/Walter F. Molina Jr., Thiago Libório Romanelli.** Curitiba: InterSaber, 2015.
- PORTAL AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Tarifas residenciais vigentes.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493>> Acesso em: 15 de jun. 2015.
- PORTAL CEMIG. **Entenda sua conta de luz.** Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/Reajustes_tarifarios_Cemig_2015.aspx>. Acesso em: 15 de jun. 2015.
- PORTAL EMPRESA DE PESQUISA DE ENERGIA. **Relatório Balanço Energético Nacional 2014.** Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2014_Web.pdf>. Acesso em: 10 de jun. 2015.
- PORTAL SOLAR. **Simulador para projetos de energia solar fotovoltaica.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>>. Acesso em: 18 de jun. 2015.
- VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2006.