Análise da Viabilidade Econômica da Utilização de Usinas Solares em Telhados de Grandes Supermercados do Brasil



Arian Fagundes[1]; Alex Itczak[1]; Fladimir Fernandes[1];
Marcel Stalter[1]; Paulo Ricardo Fiuza[1]
[1] Universidade Federal do Pampa;

RESUMO

Devido a posição geográfica do Brasil e as condições solares favoráveis, a energia solar fotovoltaica tem se apresentado como promissora fonte energética a ser utilizada, porém ainda apresenta elevado custo de implantação. De maneira oposta às instalações de geração centralizada, o sistema distribuído de energia fotovoltaica não necessita de grandes investimentos no sistema elétrico, principalmente nas etapas de transmissão e distribuição, pois, a geração distribuída é incorporada à edificação do cliente, podendo ou não prover excedentes para compensação. Como todo projeto de investimento é necessário o estudo econômico da viabilidade de sua utilização, principalmente a médio e longo prazo. Este trabalho se objetiva a analisar a viabilidade econômica da utilização de sistemas fotovoltaicos em empresas do setor de comércio e distribuição de alimentos. Para isto, foi realizado um estudo baseado no dimensionamento através do software System Advisor Model (SAM) que resultou no projeto de uma planta solar de 1,2MWp de potência instalada, capaz de suprir a necessidade de consumo de energia elétrica da unidade consumidora. O estudo reproduz o cenário para 14 cidades brasileiras, onde, o sistema fotovoltaico projetado foi colocado à prova, considerando para cada localidade, suas diferentes características climáticas e de irradiação, bem como o valor local do kwh de energia, o valor da demanda contratada e a incidência de impostos que elevam o custo da energia. A análise de viabilidade econômica foi realizada calculando os índices econômicos VPL, TIR e Payback descontado e apresentou resultados satisfatórios, resultando em uma boa opção de investimento.

Palavras chave: Sistemas Fotovoltaicos, Investimento, Viabilidade Econômica, Geração Distribuída.

ABSTRACT

According to the geographical position of Brazil and the favorable solar conditions, photovoltaic solar energy has presented itself as a promising energy source to be used, but still presents a high implantation cost. Opposite centralized generation facilities, the distributed photovoltaic system does not require large investments in the electricity system, mainly in the transmission and distribution stages, since distributed generation is incorporated into the client's building, and may or may not provide surpluses for compensation. As with any investment project, it is necessary to study the feasibility of its use, especially in the medium and long term. This work aims to analyze the economic viability of the use of photovoltaic systems in companies in the food distribution and trade sector. For this, a study based on the System Advisor Model (SAM) software design was carried out, which resulted in the design of a 1.2MWp solar plant with installed capacity, capable of supplying the consumption of electric energy of the consumer unit. The study reproduces the scenario for 14 Brazilian cities, where the projected photovoltaic system was put to the test, considering for each locality its different climatic and irradiance characteristics, as well as the local value of energy kwh, the contracted demand value and the incidence of taxes that raise the cost of

energy. The economic viability analysis was performed by calculating the economic indices NPV, IRR and discounted Payback and presented satisfactory results, resulting in a good investment option.

Key Words: Photovoltaic Systems, Investment, Economic Viability, Distributed Generation.

1. INTRODUÇÃO

O cenário mundial cada vez mais faz referência para a importância da redução da emissão de gases poluentes. Assim, os investimentos para a utilização de fontes alternativas de energia estão em grande desenvolvimento e recebendo inúmeros incentivos (LUCOM e GOLDEMBERG 2009).

Dentre as novas fontes de geração, a energia solar fotovoltaica é a que mais cresce em todo o mundo. Devido a disponibilidade de radiação solar no território nacional, esta surge como alternativa para a expansão da matriz elétrica brasileira, sendo notório a necessidade de estudos de viabilidade e do potencial de geração, de modo a quantificar sua relevância para o Sistema Elétrico de Potência (SEP). O atual modelo de geração ocorre de maneira centralizada através de grandes usinas hidrelétricas, onde, posteriormente a energia é transmitida até longas distancias chegando a carga consumidora. Os custos de transmissão e manutenção dessa forma de geração são elevados quando comparados a possibilidade de uma fonte de energia constituída por geradores próximos as cargas (SOCCOL, VACCARI e PEREIRA, 2015).

A Geração Distribuída (GD) de energia tem como característica principal a instalação da central geradora próxima a carga de consumo, normalmente na rede de distribuição do sistema ou mesmo após o sistema de medição do consumidor (ACKERMANN, ANDERSSON e SÖDER, 2001). Este conceito é de grande relevância, pois minimiza perdas durante o transporte da energia até o consumidor, evitando a necessidade de extensas linhas de transmissão. Dito isto, a geração distribuída de energia fotovoltaica pode ser um importante condutor a uma nova matriz energética limpa, sustentável, relativamente barata a longo prazo e eficiente.

Neste contexto, este trabalho pretende avaliar o potencial técnico e a viabilidade econômica da utilização de sistemas fotovoltaicos aplicados no setor comercial, mais especificamente em telhados de redes de supermercados aproveitando o espaço físico disponível para gerar energia elétrica e, dessa forma, reduzir as despesas destes estabelecimentos com a fatura mensal de energia elétrica.

1.1 Panorama do Mercado Solar Fotovoltaico no Brasil

No Brasil, inicialmente o uso da energia solar era, em sua maioria, desconectada da rede elétrica, utilizando-se de baterias, os chamados sistemas *off-grid*, estes modelos foram adotados muito mais por necessidade do que por opção, visto que, em muitas regiões isoladas ou não, a rede de distribuição de energia era inacessível. A partir de 2012 a ANEEL, com a entrada em vigor da Resolução Normativa (REN) 482, permitiu que a fonte de energia fosse aplicada pelo próprio consumidor, desde então, o consumidor tem o direito legal de gerar a sua própria energia (ANEEL, 2012).

Os dois primeiros anos pós Resolução 482, foram marcados por incertezas, baixa difusão e reduzido investimento no setor, porém, em 2015 alguns fatos contribuíram para tornar os investimentos no setor mais atrativos e, a partir de então, ocorre a disseminação da implantação da tecnologia solar fotovoltaica no Brasil.

Como principais acontecimentos ocorridos em 2015 relacionados à energia solar FV, cita-se:

- Isenção do ICMS para GDs, permitindo aos estados interessados em realizar a isenção estadual, antes disso apenas Minas Gerais disponibilizava a isenção;
- Isenção PIS/COFINS para GDs;
- Resolução 482 - Publicação da Resolução Normativa 687.

Em 01 de março de 2016 entra em vigor a REN 687, trazendo grandes avanços, os estados de MS, PB, PI, RO e RR aderem ao CONFAZ, isentando o ICMS, PIS/COFINS. Este ano registra o aumento do número de sistemas fotovoltaicos instalados, totalizando o número de conexões em aproximadamente 7800.

Em 2017 a geração distribuída ultrapassa a marca de 1MWp de potência instalada, e mais de 10.000 sistemas são conectados, o ano se encerra com um total de mais 20.000 sistemas conectados e em operação.

Ainda, em 2017, 23 estados, mais o Distrito Federal, isentam a cobrança do ICMS, com exceção do Paraná, Santa Catarina, Espirito Santo e Amazonas.

Até dezembro de 2018, o setor de GD no Brasil possuía no total 48.613 sistemas de geração FV conectados que, junto às grandes plantas de fazendas solares, totalizavam 1,84 GW de capacidade instalada, representando em torno de 0,8% da matriz energética brasileira. Projeções apontam que, em 2024, o Brasil contará com aproximadamente 880 mil sistemas de energia SF grid-on espalhados por todos os estados do território nacional (BLUE SOL, 2018).

Considerando somente micro e minigeração, segundo levantamento da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (Absolar) o estado de Minas Gerais assume o topo do ranking nacional, tanto no número de unidades conectadas a rede quanto em potência instalada, seguido de perto por São Paulo e um pouco mais atrás, porém, com uma parcela significativa, o Rio Grande do Sul (ABSOLAR, 2019)

Embora fique atrás de São Paulo em número de unidades conectadas, o Rio Grande do Sul supera o estado paulista quando se trata da potência instalada, contabilizando mais de 61.000 kW de capacidade de geração contra pouco mais de 52.000 kW em São Paulo. Este fato, pode ser justificado pela maior quantidade de conexão de sistemas comerciais no Rio Grande do Sul (1.480) do que em São Paulo (1.028), pois, em sua maioria, os sistemas comerciais possuem potência instalada muito maior que sistemas residenciais (BLUE SOL, 2018).

1.2 Disponibilidade do Recurso Solar no Brasil

Um dos países que mais recebe irradiação solar no mundo é o Brasil, considerando sua vasta extensão territorial e que grande parte está localizada próximo à linha do equador, recebendo elevada incidência de luz solar durante muitas horas ao longo do dia, e que, apesar de sua dimensão continental, em média acaba variando pouco durante as quatro estações do ano.

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, o Brasil recebe, durante todo o ano, mais de 3 mil horas de luz solar, equivalendo a uma incidência solar diária entre 4,5 a 6,3 kWh/m² (PEREIRA *et.al*, 2006)

A Figura 1 mostra a média da quantidade de radiação solar no plano horizontal, internacionalmente conhecida por Global Horizontal Irradiance (GHI), que incide no território brasileiro durante o período de um ano.

Considerando o grande potencial brasileiro de irradiação solar, a utilização de painéis solares para a produção de energia elétrica, quando comparada as nações do continente europeu, é muito menor.

Um país comumente utilizado para efeitos de comparação é a Alemanha, onde existe a maior exploração do recurso solar para geração de energia elétrica em todo mundo, e apesar de receber uma incidência de raios solares baixíssima, está muito à frente do Brasil na utilização da energia fotovoltaica.

Ainda, confrontando a radiação solar nos dois territórios, a pior região do Brasil (região sul) tem uma média anual em torno de 40% maior que a melhor região alemã.

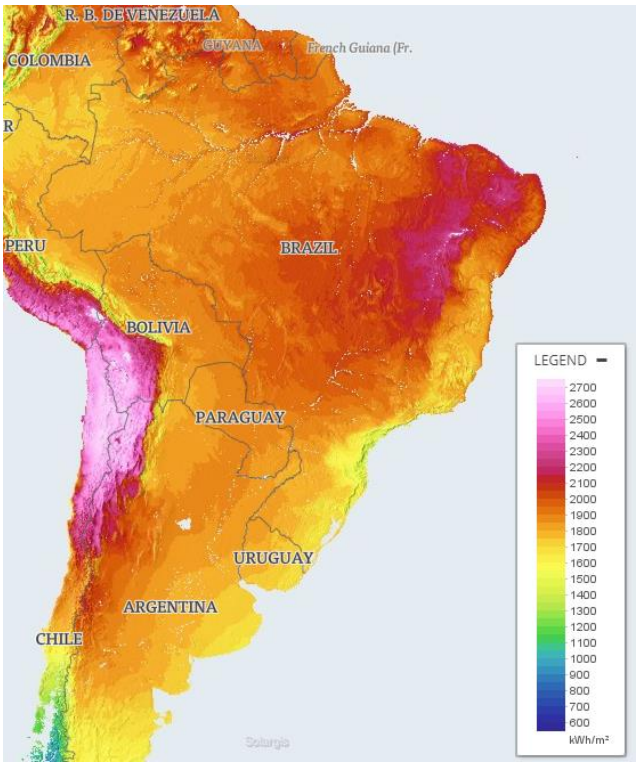

FIGURA 1: IRRADIAÇÃO SOLAR ANUAL MÉDIA NO TERRITÓRIO BRASILEIRO.
FONTE: SOLARGIS (2019)

É importante ressaltar que, mesmo as regiões brasileiras com menor índice de radiação solar, ainda possuem grande potencial de aproveitamento energético. A região Sul, por exemplo, recebe a média de 5,0 kWh/m² por ano de incidência solar, porém, fica apenas 0,9 kWh/m² abaixo da região de maior incidência solar no Brasil, a região Nordeste, que por sua vez, se destaca também pela baixa variabilidade da incidência durante o ano.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Objetivos do Trabalho

O presente trabalho tem como objetivo principal realizar a análise da viabilidade econômica na utilização por parte do setor comercial de sistemas fotovoltaicos (SF), de mini geração distribuída de energia elétrica em diferentes cidades brasileiras.

2.2 Metodologia

2.2.1 Apresentação do Problema

Neste caso, o mercado não demanda de uma necessidade específica, mas, diante da vasta disponibilidade do recurso solar no Brasil, surge a possibilidade da utilização da matriz fotovoltaica como forma de economia com a fatura de energia e ainda uma possível geração de receita e renda com a geração própria de energia elétrica. Porém, devido aos elevados custos iniciais de instalação, surge a necessidade do estudo detalhado quanto à viabilidade técnica da instalação de sistema fotovoltaicos para compensação de créditos de energia elétrica e rentabilidade econômica para investidor.

2.2.2 Solução Proposta

Como forma de auxiliar a tomada de decisões por clientes consumidores de energia elétrica do setor comercial, proprietários de redes de supermercados, distribuidoras, atacadistas, etc..., ou até mesmo investidores terceiros, quanto a implementação de usinas fotovoltaicas e a atratividade do negócio, buscando um projeto viável tecnicamente e de melhor custo-benefício.

É proposto um projeto FV onde o mesmo é simulado em diferentes cidades, para que se possa, a partir dos resultados obtidos, mensurar o potencial de geração de energia, custos, capacidade de gerar receita, taxa de retorno e tempo para recuperação do capital investido.

O estudo em questão está dividido em duas provas: na primeira é realizada o dimensionamento e análise técnica do projeto a fim de constatar se o sistema proposto é suficiente para atender a demanda mínima de energia exigida.

Na segunda, buscou-se avaliar o potencial econômico do projeto, por meio da aplicação de métodos de Engenharia Econômica, onde determinou-se a viabilidade e a atratividade financeira do investimento no horizonte mínimo de 25 anos.

2.2.3 Primeira Prova: Análise Técnica

A primeira prova trata das questões técnicas relacionadas com o projeto e desenvolvimento do sistema fotovoltaico e os componentes necessários para colocar a planta em operação. Primeiramente, foi realizada a caracterização do cliente, a definição da necessidade de energia e a determinação do tamanho do sistema:

- Cliente: Supermercado de grande porte;

- Edificação com área de telhado útil: 8400m²;
- Classe de consumo: Comercial;
- Grupo: A4 (Alta Tensão);
- Demanda Contratada: 875 kW;
- Consumo médio de energia elétrica: 125.000kWh/mês ou 1.500 MWh/ano.
- Tipo de Tarifa: Para fim de simplificação de cálculos optou-se pela bandeira verde, sem distinção de consumo na ponta ou fora de ponta;

A potência do sistema fotovoltaico é calculada através da equação 1. Logo, para atender a demanda de energia elétrica média de 125.000 kWh ao mês é necessário um sistema de potência nominal instalada de aproximadamente 1.157 kWp, sendo arredondado para 1.200 kWp. A potência deste sistema foi dimensionada de maneira generalista, pois, trata-se de uma primeira previsão que será utilizada como ponto de partida para o dimensionamento via software e, por se tratar de diferentes localizações foi preciso utilizar valores médios de irradiação e uma taxa de desempenho (PR) com um valor médio aceitável. De acordo com o Atlas Solar Brasileiro, o Brasil possui uma média de 5 horas de sol plena (HSP) média anual por dia, e, portanto, este foi o valor adotado para este parâmetro. Quanto a taxa de desempenho, foi considerado a planta uma PR de 0,72 este, um valor conservador quando se considera uma usina bem dimensionada, porém muito utilizado no pré-dimensionamento de projetos solares.

$$Potência_{FV} = \frac{Energia}{Irradiação \times PR} = \frac{125.000(\frac{kWh}{mês})}{150(\frac{kWh}{m^2 \times mês}) \times 0{,}72} \approx 1157 kWpico \quad (1)$$

Na segunda fase foi realizada a modelagem da planta solar. Por meio do software de simulação, o sistema foi dimensionado interpolando os dados locais de irradiação solar e condições climáticas para a posição geográfica considerada. Também, nessa etapa, foi proposto o layout do sistema, apontamento e angulação dos módulos solares, escolha dos equipamentos do painel gerador (módulos e inversores) e número de unidades necessárias. Posteriormente, a usina foi simulada e, então, foram obtidos os resultados de geração de energia utilizados para a avaliação da viabilidade da instalação.

O System Advisor Model (SAM) é um software para dimensionado de sistemas de GD de energia elétrica, sendo possível realizar a previsão técnica de desempenho e

financeira do projeto. Foi utilizada a versão 2018.11.11, sendo executado em um computador HP Compaq Pro 6305, com processador AMD A8-6500B 3,5 GHz, memória RAM 8GB no sistema operacional Windows 7 Professional - 64 Bits.

Principais características do SF dimensionado:

- Número Total de módulos: 3534;
- Strings: 114;
- Módulos por String: 31;
- Potência nominal do módulo solar: 340Wp;
- Número de Inversores: 7;
- Potência de saída do inversor: 125 kW;
- Potência Nominal: 875 kW;
- Potência Instalada: 1,2 MWp;
- Área necessária para instalação: Aproximadamente 7.500m²;

2.2.4 Segunda Prova: Análise Econômica

A segunda prova, compreendeu o estudo da viabilidade econômica do projeto, o projeto de implantação do sistema fotovoltaico, sendo abordado, então, como um negócio e, não obstante, necessitava ser investigado quanto sua rentabilidade.

O propósito desta etapa foi obter informações suficientes quanto aos projetos, de forma a auxiliar o investidor na tomada de decisão quanto a aplicação de seus recursos financeiros, para tanto, primeiramente foram elaborados individualmente os fluxos de caixa de 14 sistemas propostos; logo, estes projetos foram avaliados através dos resultados obtidos para VPL, TIR e o Payback descontado, sendo estes, os principais indicadores econômicos utilizados para análise de projetos de investimentos.

Quanto a avaliação, a qual compreende a viabilidade econômica, atratividade e retorno do investimento, foram adotados os critérios descritos a seguir:

- Quando: VPL > 0: O projeto é viável;
- Quando: VPL < 0: O projeto não viável;
- Quando: VPL > 0: Projeto torna-se indiferente quanto a viabilidade do investimento, porém, não é considerado inviável;
- Quando: TIR > TMA: O projeto é atrativo;
- Quando: TIR < TMA: O projeto não é atrativo;
- Quando: TIR = TMA: Projeto é dito atrativamente indiferente, a decisão de investir ou não se torna um critério pessoal conforme a estratégia ou perfil do investidor;

O cálculo do tempo de retorno do investimento foi realizado através do Payback descontado, sendo este índice considerado um indicador econômico complementar ao VPL e a TIR, onde, também, foi utilizado para mensurar o tempo de retorno dos sistemas propostos.

Para realização dos cálculos referentes ao retorno e viabilidade do projeto de investimento foi proposto um cenário do mercado econômico, onde algumas premissas mantiveram-se fixas:

- TMA: 12% a.a.
- Inflação projetada para a economia: 4,5 a.a.
- Alteração tarifária projetada: 5% a.a.

A diferença entre cada caso analisado está no valor da tributação, valor de demanda e da tarifa de energia elétrica utilizados nos cálculos financeiros e exibidos na Tabela 1.

TABELA 1 – CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA, DEMANDA CONTRATADA E VALOR DO IMPOSTO NAS CIDADES ESTUDADAS

UF	CIDADE	ENERGIA kWh	ICMS	CUSTO kWh*	DEMANDA kW
RJ	Rio de Janeiro	R$ 0,395	30%	R$ 0,6028	R$ 17,500
RS	Porto Alegre	R$ 0,372	30%	R$ 0,5681	R$ 16,940
SC	Joinville	R$ 0,365	25%	R$ 0,5178	R$ 12,300
GO	Goiânia	R$ 0,358	25%	R$ 0,5072	R$ 17,430
PR	Curitiba	R$ 0,335	25%	R$ 0,4753	R$ 14,600
MT	Cuiabá	R$ 0,315	27%	R$ 0,4593	R$ 15,860
MG	Belo Horizonte	R$ 0,323	18%	R$ 0,4165	R$ 14,590
MG	Uberlândia	R$ 0,323	18%	R$ 0,4165	R$ 14,590
SP	São Paulo	R$ 0,315	18%	R$ 0,4069	R$ 11,170
CE	Fortaleza	R$ 0,277	27%	R$ 0,4039	R$ 13,590
PE	Recife	R$ 0,279	25%	R$ 0,3961	R$ 15,210
MS	Campo Grande	R$ 0,291	17%	R$ 0,3708	R$ 18,870
BA	Salvador	R$ 0,253	13%	R$ 0,3064	R$ 24,440
BA	Remanso	R$ 0,253	13%	R$ 0,3064	R$ 24,440

* valor final da energia considerando impostos

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

O custo da usina foi baseado em valores médios aplicados no mercado FV brasileiro, após pesquisa realizada através da consulta a diversas empresas foi constatado que para a definição e estimativa dos recursos financeiros necessários para

desenvolvimento e construção de plantas solar deste porte, são tomados como base os preços internacionais dos equipamentos (módulos e inversores), adicionados do valor do frete, seguro, e incidência de encargos e taxas de importação, assim, foi obtido o preço nacionalizado para os equipamentos. Adicionalmente, se consideram custos de cabeamento, estruturas de fixação, dispositivos de proteção, insumos extras, projeto e mão de obra de instalação, resultando no preço por Watt-pico instalado.

O valor base utilizado então foi de R$ 3,25 por Watt de potência instalado, totalizando o investimento inicial de R$ 3.900.000,00 para instalação da planta fotovoltaica em questão.

O custo do contrato de O&M anual para usinas solares de mesmo porte é estabelecido considerando uma parte do valor de instalação da planta, logo, foi adotado 1,8% o valor da usina (sendo esta uma média do custo praticado no mercado).

2.2.5 Resultados

A Tabela 2 exibe um resumo contendo o valor de geração anual de energia previsto, juntamente aos índices de análise econômica calculados para cada um dos projetos.

TABELA 2 – RESULTADOS

UF	CIDADE	GERAÇÃO MWh ano1	VPL	TIR	PAYBACK
RJ	Rio de Janeiro	1888	R$ 10.588.417,39	26,48%	4 anos e 2 meses
GO	Goiânia	2025	R$ 9.271.211,38	23,61%	4 anos e 8 meses
RS	Porto Alegre	1699	R$ 8.575.865,44	22,07%	5 anos e 1 mês
CE	Fortaleza	2194	R$ 8.069.915,88	20,94%	5 anos e 4 meses
MT	Cuiabá	1889	R$ 7.550.512,10	19,76%	5 anos e 8 meses
MG	Uberlândia	2026	R$ 7.425.831,76	19,48%	5 anos e 9 meses
SC	Joinville	1547	R$ 7.194.214,68	18,94%	5 anos e 11 meses
MG	Belo Horizonte	1947	R$ 7.028.601,29	18,56%	6 anos e 1 mês
PE	Recife	1977	R$ 6.598.969,38	17,56%	6 anos e 4 meses
PR	Curitiba	1595	R$ 6.382.160,69	17,05%	6 anos e 7 meses
SP	São Paulo	1732	R$ 6.105.009,30	16,39%	6 anos e 10 meses
MS	Campo Grande	1958	R$ 5.464.462,49	14,83%	7 anos e 6 meses
BA	Remanso	2208	R$ 4.136.450,67	11,37%	9 anos e 6 meses
BA	Salvador	1976	R$ 3.282.708,81	8,90%	11 anos e 5 meses

FONTE: ELABORADO PELO AUTOR

Conforme pode ser observado na tabela, apesar da produção de energia elétrica ter uma grande variação de acordo com a região a ser instalada, todas as plantas analisadas são viáveis tecnicamente de serem instaladas, visto que suprem a necessidade

da demanda energética proposta de 1500 MWh ao ano. Como esperado, as cidades da região sul apresentaram uma produção anual de energia abaixo das cidades localizadas nas demais regiões brasileiras analisadas.

Para o perfil de consumo estudado, o projeto solar de 1,2 MWpico de potência instalada proposto foi suficiente para atender a demanda de energia elétrica de 125.000 kWh consumo mensal médio e, a partir das premissas já descritas, todos os 14 projetos solares avaliados apontam um VPL >0, indicando que retorno de investimento é positivo, e, portanto, os projetos são considerados viáveis economicamente segundo este índice.

A análise do Valor Presente Líquido permitiu identificar se um determinado projeto apresentava viabilidade econômica, ou seja, se era capaz de gerar maior receita do que custos.

O cálculo da TIR, buscou ampliar as informações do projeto quanto ao viés econômico, pois, permitiu a comparação com outras possibilidades de aplicação de capital se o investidor achar interessante. Pode-se verificar que o valor da taxa interna de retorno obtido para a maioria dos projetos encontra-se acima dos 12% estabelecidos como taxa mínima de interesse, porém, as plantas projetadas para as cidades baianas de Remanso e Salvador, exibem uma taxa de retorno de 11,37% e 8,9% respectivamente, o que indica baixa atratividade ao negócio, visto que para o perfil do investidor estudado se estabeleceu uma TMA de 12% a.a.

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi realizada a avaliação de viabilidade técnica e econômica da minigeração geração distribuída de energia fotovoltaica. Tomou-se como referência o grupo A4, para um cliente da classe comercial.

Para tal, uma planta de 1,2 MWpico de potência instalada foi projetado, com o objetivo de fornecer a demanda de energia elétrica necessária ao perfil de consumo traçado.

A viabilidade da minigeração depende de condições diversas como, por exemplo, investimento, desempenho do sistema, nível de irradiação solar, energia gerada, além das condições normativas vigentes nas tarifas de energia elétrica e tributação, tais variáveis, foram incluídas no método para a avaliação.

Após dimensionada a planta, foram realizadas simulações de geração de energia em 14 diferentes cidades brasileiras com o intuito de se avaliar o potencial de geração fotovoltaica e a variabilidade do recurso solar em diferentes regiões ao longo do território brasileiro. Os resultados de geração foram positivos em todas as cidades analisadas, onde

a planta projetada é capaz de suprir a necessidade de consumo inicialmente estabelecido. Nesta etapa, foi possível constatar a influência do recurso solar e a grande variação da irradiação principalmente quando comparado as regiões nordeste e sul do Brasil. Na média a produção de energia anual estimada para os sistemas instalados nas cidades nordestinas ficou 30% maior do que para as cidades do Sul, ainda é importante salientar que o sistema com a menor produção estimada é o da cidade de Joinville-SC 1547 MWh ano e o de maior capacidade o da cidade baiana de Remanso 2208 MWh.

Na análise econômica foram utilizados os métodos: VPL, TIR e Payback. Quanto a viabilidade econômica os resultados se mostraram satisfatórios na maioria dos casos. % porém em algumas cidades alguns projetos podem não ser considerados muito atrativos.

Os resultados do VPL para todos os projetos foram positivos, e, portanto, considerados viáveis financeiramente de serem utilizados.

Para a avaliação referente ao potencial do investimento, os números encontrados nem sempre apontam atratividade, pois, em alguns casos a TIR ficou abaixo ou muito próxima ao valor mínimo estabelecido de 12% para a TMA. E, por se tratar de uma proposição de investimento para estabelecimentos comerciais poderia indicar em algumas das cidades analisadas um baixo nível de atração, visto que, o investidor poderia optar por não descapitalizar esse montante ou ainda investir em ampliação de suas instalações ou abertura de novos pontos de venda o que poderia ser mais rentável do que o investimento em energia.

Essa pesquisa mostrou que apesar do recurso solar disponível impactar significativamente de maneira positiva na capacidade de produção de energia elétrica de um sistema fotovoltaico, o mesmo não ocorre diretamente na viabilidade do negócio. Quando comparado os resultados de geração de energia com os resultados de retorno econômico, nos casos estudados neste trabalho os sistemas de maior produção de energia elétrica anual não se mostraram financeiramente tão atrativos quanto sistemas de menor capacidade.

De maneira simplificada conclui-se que uma usina que apresenta maior geração de energia, não necessariamente é o melhor negócio a se investir quando comparado a outras usinas de menor capacidade, reflexo da variação dos valores cobrados pela distribuidora local de energia elétrica para o kWh de energia e para custo do kW de demanda contratada, bem como a diferença dos impostos, que variam de estado para estado e que, podem tornar este sistema de maior potencial de geração de energia do ponto de vista financeiro, um negócio não tão atrativo quanto sistemas menores.

4. REFERÊNCIAS

ACKERMANN, Thomas; ANDERSSON, Göran; SÖDER, Lennart. Distributed generation: a definition. **Electric power systems research**, v. 57, n. 3, p. 195-204, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. REN 482: Condições gerais para o acesso de micro geração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Brasília, 2012. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Energia Solar no Brasil: Um panorama para você entender tudo**. 2019. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/infografico-absolar-.html>. Acesso em: 20 jan. 2019.

BLUE SOL. **Energia Solar no Brasil: Um panorama para você entender tudo**. 2018. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-no-brasil-panorama/>. Acesso em: 20 jan. 2019.

LUCON, Oswaldo; GOLDEMBERG, José. Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. **Estudos avançados**, v. 23, n. 65, p. 121-130, 2009.

PEREIRA, E Bueno; et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: Inpe, 2006.

SOCCOL, Francisco Junior; VACCARI, Rafaela Fracalossi; PEREIRA, Adan Lucio. ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FRENTE À RESOLUÇÃO NORMATIVA DA ANEEL No 482/12. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2015.

SOLARGIS. **Global Solar Atlas - Energy Data**. 2019. Disponível em: <https: //globalsolaratlas.info/>. Acesso em: 20 jan. 2019.