

CUSTO E BENEFÍCIO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS EM RESIDÊNCIAS NO RIO DE JANEIRO

COST AND BENEFIT OF PHOTOVOLTAIC PANELS FOR RESIDENCES IN RIO DE JANEIRO

SANTOS, Lana Macina dos¹
BLANCO, Bruno Baptista²

Resumo: Este trabalho busca analisar a relação custo-benefício da implantação de um sistema fotovoltaico. Para tanto, utiliza-se um método de pesquisa baseado em estudo de caso, no qual se utiliza um simulador de orçamento habitacional que implantaram o referido sistema. Com base nos dados coletados no estudo de caso, pode-se verificar que a compra de sistemas fotovoltaicos tem um alto valor de investimento inicial. No caso analisado neste trabalho, o valor orçado foi de R\$ 26.968,00 para residência. No entanto, observou-se que a implantação de painéis solares gera energia elétrica capaz de reduzir o consumo de energia em 100%. Diante disso, conclui-se que apesar do alto custo, o sistema recuperou o custo em poucos anos, depois disso, os consumidores não precisam mais gastar com consumo de energia, tornando o sistema autossuficiente. Além das questões econômicas, o uso da energia solar também tem a vantagem de reduzir o impacto ambiental causado pelo consumo de energia não renovável.

Palavras-chave: Energia; Energia solar; Custo; Benefício; Painéis fotovoltaicos; Residência.

Abstract: This work seeks to analyze the cost-benefit ratio of implementing a photovoltaic system. For that, a research method based on case studies is used, in which a housing budget simulator that implemented the referred system is used. Based on the data collected in the case study, it can be seen that the purchase of photovoltaic systems has a high initial investment value. In the case analyzed in this work, the budgeted amount was R\$ 26,968.00 for residence. However, it was noted that the deployment of solar panels can generate electric energy, which helps to reduce energy consumption by 100%. Therefore, it is concluded that despite the high cost, the system recovered the cost in a few years, after that, consumers no longer need to spend on energy consumption and the systems becomes self-sufficient. In addition to economic issues, the use of solar energy also has the advantage of reducing the environmental impact caused by the consumption of non-renewable energy.

Keywords: Energy; Solar energy; Cost; Benefit; Photovoltaic panels; Residence.

¹ Engenharia de Produção – Universidade Santa Úrsula – lana.santos@souusu.com.br

² MSc em Engenharia de Produção, Engenheiro de Produção – Universidade Federal do Rio de Janeiro – bruno.blanco@usu.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, devido ao crescimento populacional acelerado e consequente aumento do consumo de energia, o atual modelo energético global tem sido questionado. O termo desenvolvimento sustentável estimula o uso de energia renovável e ao mesmo tempo atende às necessidades atuais sem comprometer as necessidades futuras, pois não interfere no meio ambiente de forma prejudicial e, portanto, é considerado limpo, reduzindo assim a degradação ambiental atual.

Outro tema de debate é a eficiência energética, que tem como foco o uso racional de energia, ou seja, o uso eficiente da energia sem comprometer o conforto do consumidor. Seus princípios baseiam-se na melhor regulação dos padrões de serviço e qualidade de vida e na redução dos custos de consumo de energia, que são alcançados por meio da redução do desperdício, implementação de mudanças de comportamento (melhorias na educação), medidas corretivas e introdução de novas tecnologias (ALMEIDA et al., 2016).

Diante dessa nova visão, a energia solar fotovoltaica é uma forma cada vez mais popular de geração de energia no mercado mundial, pois o sol é a maior fonte de energia renovável disponível. A implantação desses recursos de forma distribuída traz muitas vantagens ao sistema (SHAYANI, 2006).

A geração distribuída ocorre próxima ao consumo de energia e, além da cogeração, tem como benefícios a redução de perdas nas linhas de transmissão e distribuição. Na análise superficial do custo final da energia, o preço da energia renovável é superior ao da energia tradicional centralizada (hidrelétrica, termelétrica) (SHAYANI, 2006).

A simplicidade da geração de energia fotovoltaica reduz o custo a ser considerado, pois não precisa ser extraída, refinada e transportada como os combustíveis fósseis. Além de o processo ser mais simples, não emitir gases poluentes ao meio ambiente e nem ruídos, a sua manutenção é mínima.

A possibilidade de colocar os painéis nos telhados das construções não torna necessária a utilização de mais espaço físico, o que facilita sua implantação nos centros urbanos. O que dificulta sua utilização ainda são os altos custos para a implementação deste sistema, sua geração ser descontínua, pois apresenta interrupções durante os períodos noturnos ou sombreamentos, além da radiação solar ao longo do dia ser variável (ESPÓSITO; FUCHS, 2013).

Diante disso, essa pesquisa tem como objetivo apresentar um estudo sobre uma instalação de painéis fotovoltaicos em uma residência em Maricá, avaliando aspectos da relação entre custos e benefícios a longo prazo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Devido ao grande aumento de consumo tecnológico, consumo de energia elétrica ao longo do tempo, se houve a necessidade de outras formas de captação de energia, uma delas é a energia fotovoltaica, devido a dois fatores principais. O primeiro se deve à recente crise de abastecimento de energia hidrelétrica, principalmente pela redução das chuvas no estado de São Paulo, que tem levado à redução da energia produzida pelo sistema. Esse fato leva à necessidade de utilização de termelétricas, o que eleva bastante o preço da energia. O segundo fator é a necessidade de encontrar recursos renováveis que contribuam para o desenvolvimento sustentável do planeta (ALMEIDA et al., 2016). Diante dessa situação, a energia solar fotovoltaica está em constante desenvolvimento no Brasil e até no mundo.

A energia fotovoltaica é a conversão direta da radiação de energia gerada para eletricidade, por meio da célula fotovoltaica. A célula solar mais eficiente produzida até agora é a multi-junção concentradora (uma grande área de luz é focada na célula por meio de um dispositivo óptico), com uma eficiência de 43,5% (PORTAL SOLAR, 2020).

A geração de energia fotovoltaica é uma tecnologia de energia limpa, renovável e sustentável, o Brasil tem um grande potencial por ser um país que tem uma grande concentração de radiação solar, a região Nordeste do Brasil tem níveis de radiação solar que se equiparam aos países com a maior fonte de recurso solar do mundo como a China, Japão, Estados Unidos e Alemanha. Mas estamos apenas começando com instalações de menos de 1 GW (SILVA, 2015).

As projeções do PDE partem de avaliações socioeconômicas e de demanda por energia. Conforme o secretário, os critérios consideram que a população do país vai crescer a uma taxa média de 0,6% ao ano, chegando a 224,3 milhões de habitantes em 2029. Na pesquisa, o cenário baseia-se num crescimento médio do PIB – Produto Interno Bruto de 2,9% por ano e expansão de 2,2% do PIB per capita ao ano até 2029 (PORTAL SOLAR, 2020).

2.1. SISTEMA FOTOVOLTAICO

A geração de energia em sistemas fotovoltaicos ocorre por meio do efeito fotovoltaico, convertendo diretamente a energia solar em elétrica sem o uso de combustível (HUBNER, 2016).

Tem as seguintes vantagens:

- A geração de energia é distribuída, reduzindo as perdas na transmissão e distribuição;
- Considerada energia limpa. Somente na construção do painel com materiais nocivos que consomem muita energia, são liberados poluentes. Porém, em cerca de 3 anos,

esses painéis podem retornar essa energia, e comparados com a energia térmica tradicional, suas emissões de dióxido de carbono são reduzidas em cerca de 20%, gerando a mesma energia (PORTAL ENERGIA, 2009);

- Sem necessidade de combustíveis fósseis;
- Sua vida útil é de cerca de 25 anos;
- Este é um sistema fácil de modular (ABB, 2010);
- Possui alta confiabilidade e não possui partes móveis (ASSUNÇÃO, 2010);
- O módulo é fácil de transportar e adaptável, permitindo componentes simples e adaptáveis para atender às diversas necessidades de energia;
- O tamanho do sistema pode ser ajustado para vários miliwatts ou quilowatts de aplicações, porque a potência instalada pode ser alterada adicionando módulos adicionais;
- Reduz custos operacionais, quase nenhuma manutenção;
- Silencioso, sem atrapalhar o meio ambiente;
- O módulo pode resistir a condições climáticas extremas, como granizo, vento, temperatura e umidade.

Desvantagens, temos:

- O custo do investimento inicial é alto, pois a fabricação de módulos fotovoltaicos requer uma tecnologia muito complexa;
- Devido às mudanças na energia (o sol), a geração de energia é irregular. A quantidade de energia gerada depende da incidência de radiação solar no local de instalação, da inclinação e direção do painel, da presença ou ausência de sombras e seus componentes.
- Comparado com o custo do investimento, a taxa de conversão real do módulo é reduzida;
- Quando o sistema é isolado, é necessária uma fileira de baterias para armazenar energia, o que aumenta ainda mais o custo do sistema fotovoltaico;
- Se a distância ao local for inferior a cerca de 3 quilômetros, o sistema fotovoltaico não pode substituir economicamente as fontes tradicionais de energia (ASSUNÇÃO, 2010);
- Ainda existem algumas incertezas no descarte de painéis fotovoltaicos.

O problema é como lidar com os metais raros presentes em muitos painéis, como o cádmio. O acúmulo dessas substâncias pode se tornar um sério problema ambiental. Algumas empresas relacionadas à energia solar estabeleceram planos de reciclagem para seus painéis.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser interligados à rede elétrica de baixa e média tensão, mas sua maior aplicação no Brasil, atualmente, encontra-se nos sistemas com instalação isolados da rede de distribuição elétrica, geralmente em regiões rurais (VARELLA, 2008).

Além da eletrificação rural, são muito utilizados para iluminação exterior, sinalização e outros.

Existe novas formas de captar energia solar de forma discreta, pensando em resolver essa situação, empreendedores holandeses criaram, em 2013, a Zep Solar que passou a desenvolver painéis solares fotovoltaicos integrados aos telhados residenciais. O melhor desta inovação foi que os painéis solares ficaram mais discretos e elegantes e, segundo o CEO da empresa, a durabilidade e eficiência é quase a mesma em relação aos painéis solares tradicionais. (PORTAL SOLAR, 2019)

Essas telhas solares medem 487 x 296 mm (aproximadamente 19 x 12 polegadas) e incorporam as células solares mono-cristalina de 156 x 156 mm (cerca de 6 x 6 polegadas). A eficiência do equipamento é de 18,49%, o que é bom em comparação com a eficiência do painel solar padrão preto, de cerca de 20% (PORTAL SOLAR, 2019).

2.2. ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO

A análise de custo-benefício é uma área aplicada da Economia onde se estudam metodologias para avaliar o impacto de investimentos ou utilização de recursos em intervenções, reais ou potenciais, de políticas públicas nos níveis de distribuição e bem-estar numa sociedade (NEVES; FERNANDES, 2020).

Para essa pesquisa, foram utilizados alguns indicadores econômico-financeiros para análise do custo e benefício de painéis fotovoltaicos: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Retorno sobre Investimento (ROI) e *Payback* (BRITO, 2006).

2.2.1. Valor presente Líquido (VPL)/Análise de viabilidade do projeto

Para encontrar o valor presente líquido, somam-se as receitas líquidas futuras, menos o valor presente com uma taxa mínima de atratividade. A taxa de desconto é o retorno mínimo

esperado de um investimento, valor acumulado do fluxo de caixa, usado para o cálculo exato de payback (BRITO, 2006).

$$VPL = \sum_{t=0}^T \frac{FCt}{(1+i)^t}$$

Legenda:

VPL = valor presente líquido

FC = fluxo de caixa

t = momento em que o fluxo de caixa aconteceu

i = taxa de desconto (TMA)

2.2.2. Taxa interna de retorno (TIR):

Usa o fluxo de caixa de um empreendimento para entender se este é um investimento que trará lucro ou não, taxa de juros para a qual o VPL torna-se zero (BRITO, 2006).

$$\sum_{i=1}^n \frac{FCi}{(1+TIR)^i} - I = 0$$

Legenda:

FC = Fluxos de caixa

I = Investimento inicial

i = período de cada investimento

2.2.3. Retorno sobre investimento (ROI)

Um projeto de investimento é uma aplicação de recursos que geram rendimentos durante certo período de tempo, de forma a maximizar o lucro da empresa (FRANCISCHETTI et al., 2013).

$$ROI = \frac{\text{retorno líquido}}{\text{investimento}}$$

2.2.4. Payback

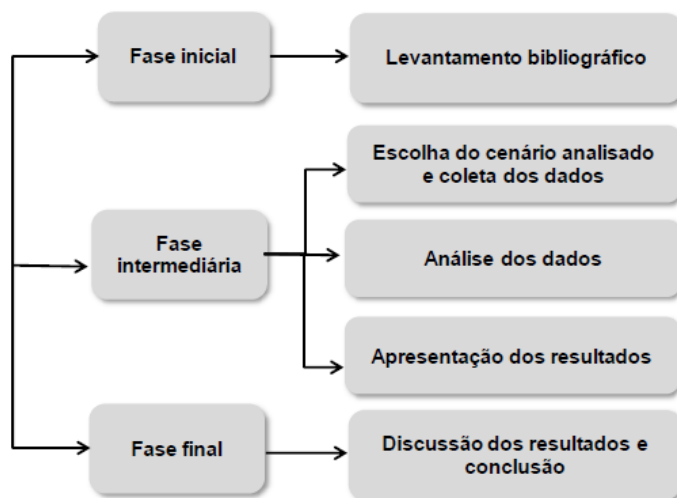
O *payback* é o tempo necessário para recuperar o custo de um investimento. Ou seja, ele indica o período de recuperação do investimento, o prazo no qual os rendimentos acumulados tornam-se iguais ao valor que foi investido inicialmente (BRITO, 2006).

$$Payback = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Somatório dos ganhos no período}}$$

3. METODOLOGIA

Este estudo fez o uso da metodologia em estudo de caso. A pesquisa foi dividida em três etapas:

Figura 1 - Fluxograma de estruturação da pesquisa



Na etapa inicial foi feito um levantamento bibliográfico que serviu como base para fundamentar o estudo de caso. Na fase de coleta de dados, o método utilizado foi a análise documental através de fotos, documentos e dados de um relevante projeto realizado em uma residência na cidade de Maricá no Estado do Rio de Janeiro. Para o tratamento e análise das informações, foram usados indicadores econômico-financeiros que pudessem oferecer inferências a cerca da relação entre os custos envolvidos e os benefícios do investimento realizado pelo cliente na instalação dos painéis fotovoltaicos. Por fim, temos as discussões dos resultados com apoio na literatura acadêmica e as conclusões do estudo.

4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado com base nos dados fornecidos por uma empresa que realiza vendas e serviços de painéis fotovoltaicos em Araruama/RJ e Maricá/RJ. Os dados foram fornecidos em julho de 2021 e terminando em outubro 2021. Foi feito um orçamento para uma residência em Maricá no bairro de Ponta Grossa no Rio de Janeiro.

O estudo analisa como ocorreu a instalação do sistema fotovoltaico, suas vantagens e desvantagens, e qual é a relação custo-benefício de usar tecnologia. A gestão da empresa de venda de painéis solares forneceu informações sobre como funciona o seu sistema de atendimento ao cliente, que é construído de acordo com o passo a passo mostrado na figura 2.

Figura 2 - Passo-a-passo para adquirir o seu sistema solar.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.1. SIMULADOR

Neste tópico será descrito a simulação feita sobre retornos financeiros, quantidade de painéis, a parte do valor de conta da ENEL antes da instalação dos painéis.

Tabela 1 - Simulador de retornos financeiros

Características do Módulo Fotovoltaico		
Potência	410W	
Garantia (defeitos de fábrica)	10 anos	
Garantia (eficiência)	25 anos	
Modelo	TRINA	
Quantidade	14	
Peso	22	
Geração e Consumo Estimados		
Potência do sistema	5,74kWp	
Area necessária para instalação (m³)	28	
Característica	Valor	Unidades
Consumo médio mensal	600	kWh/Mês
Taxa de disponibilidade (Tarifa Mínima)	R\$ 50,00	R\$/Mês
Custo médio mensal de energia	R\$ 600,00	R\$/Mês
Consumo anual estimado	7200	kWh/Ano
Resumo Financeiro		
Fator	Valor	Unidade
Valor médio mensal de energia	R\$ 600,00	R\$/Mês
Geração média mensal estimada	651	kWh/Mês
Geração média anual estimada	7811	kWh/Ano
Economia média mensal estimada para o primeiro ano	R\$ 550,00	R\$/Mês
Economia total estimada para o primeiro ano	R\$ 6.600,00	R\$/ano
Custo Total do Sistema Solar = R\$ 26.968,00		

Fonte: Dados da pesquisa.

De acordo com o simulador foi inserido os dados de quanto é gasto na conta de luz que tinha uma média de R\$ 600,00 com a estimativa do simulador foi observado que teria uma estimativa econômica a partir de R\$550,00 e a estimativa da instalação seria de R\$26.968,00 e seriam necessários 14 painéis solares.

Figura 3 - Gerador Instalado



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 4 - Placas Fotovoltaicas antes da instalação



Fonte: Dados da pesquisa

4.2. RESULTADOS

Conforme mostrado no orçamento mostrado na Tabela 2 neste estudo, foi possível descobrir que o uso de energia alternativa é uma excelente oportunidade para os consumidores reduzirem os gastos com consumo de energia. Embora o sistema de painéis fotovoltaicos exija um alto investimento inicial, ao longo dos anos, o investimento inicial do sistema foi sendo restaurado devido à redução do custo da eletricidade fornecida pela geração de energia solar. Em relação à vida útil do equipamento, de acordo com as especificações do fabricante do painel analisadas nesta pesquisa, a garantia de desempenho do produto na sua eficiência de 80% é em média de 25 anos (HUBNER, 2016). Em relação à bateria utilizada para armazenar energia no sistema, a vida útil média desses componentes é de 10 anos. Com o aquecimento do mercado fotovoltaico brasileiro, aumentou o número de empresas especializadas na área. Isso facilita a obtenção de peças de reposição em caso de problemas com a célula fotovoltaica ou bateria do sistema (BLUESOL EDUCACIONAL, 2011).

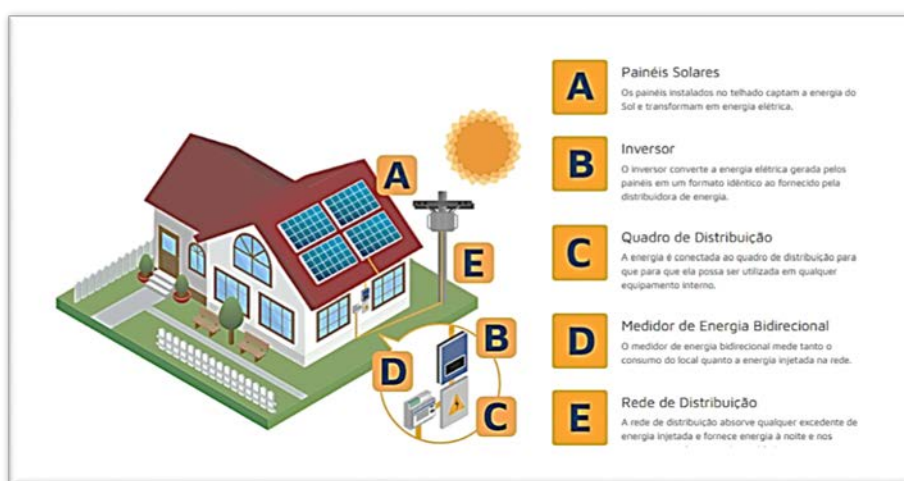
Tabela 2 - Análise de viabilidade financeira

Fator	Valor
Valor do investimento	R\$ 26.968,00
Reajuste anual de energia	7%
vida útil do sistema fotovoltaico	25 anos
<i>Payback</i> (tempo de retorno de investimento)	3 anos
Retorno de investimento (ROI)	14 vezes
Taxa interna de retorno (TIR)	41,52%
VPL descontado (25 anos e taxa Selic)	R\$ 136.654,10
Economia total acumulada (25 anos) = R\$ 415.782,33	

Fonte: Dados da pesquisa.

Para calcular a potência do sistema (P), deve-se multiplicar a tensão elétrica pela corrente, ou seja: $P=V \cdot A$. Deve-se fazer a relação de todos os equipamentos que vão ser ligados ao sistema solar, verificar consumo em (P) e o tempo em que cada equipamento vai ficar ligado ao longo do dia. Para cada equipamento multiplicamos a potência pelo tempo de uso, tal que: $X=P \cdot h$, depois somamos todos os resultados (X) e teremos valores com a unidades de medida em (Wh), obtemos então os valores diários multiplicando por 30 dias obtemos uma média mensal (PORTAL ENERGIA, 2009).

Figura 5 - Esquema de instalação



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 6 - Aplicativo em uso



Fonte: Dados da pesquisa

A potência é em Watts por dia, deve-se dividir o valor pela tensão do sistema que podem ser encontrados em 12 V ou 24 V e obtém a corrente/dia necessário. Temos que:

$$I = \frac{W}{V}$$

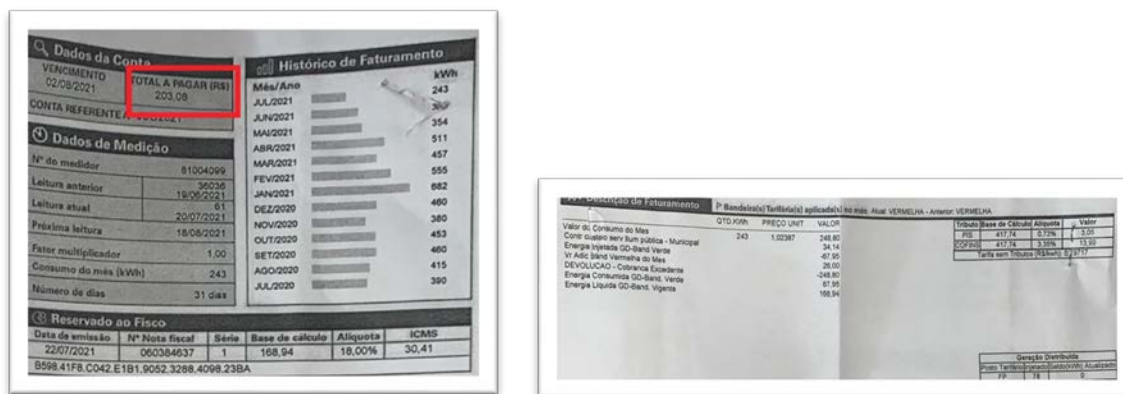
Legenda:

- Volts (V) é a grandeza usada para medir Tensões;
- Ampère (I) é a grandeza usada para medir a Corrente e
- Watt (W) é a medida da potência e também é o produto da tensão pela corrente.

(Tensões de 24 V tem que ter no mínimo dois painéis iguais ligados em série).

O resultado é dividido pelo tempo médio de insolação (Tempo que as placas ficam expostas por dia a radiação solar), com o valor encontrado em (Ah) é feita a escolha da placa adequada, podendo ser placas com a mesma amperagem ou com maior amperagem na tabela de painéis (PORTAL ENERGIA, 2009).

Figura 7 - Conta Enel atual



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 8 - Painéis instalados e em uso.



Fonte: Dados da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi alcançado, pois de acordo com o desenvolvimento desta pesquisa, podem ser verificadas as vantagens e desvantagens da implantação do sistema

fotovoltaico. A partir da análise realizada, pode-se verificar que embora o valor do investimento inicial para instalação de painéis solares pode ser considerado alto, principalmente para os padrões econômicos e sociais da sociedade brasileira, pode-se economizar 100% dos custos de consumo de energia elétrica ao longo dos anos. O orçamento desta análise de trabalho mostra que a partir do terceiro ano após a aquisição do sistema fotovoltaico, o valor do investimento inicial foi repostado devido à economia obtida com a geração de energia solar.

Outras vantagens do sistema fotovoltaico observadas neste estudo são: instalação rápida de painéis solares (dois dias) sem manutenção regular e o cliente pode acompanhar toda a medição através de um aplicativo. Além da economia financeira obtida com a geração de energia solar, a obtenção de um sistema fotovoltaico também tem as vantagens de gerar energia renovável, não emitir ruído e não emitir gases poluentes. Esses fatores ajudam a reduzir o impacto no meio ambiente.

A energia solar se destaca, portanto, por produzir energia de forma limpa e descentralizada. O sistema cresce gradualmente, aumentando a demanda e reduzindo os custos de compra e instalação, no entanto, esta pesquisa apresenta os resultados de um caso específico, logo, as vantagens e desvantagens só poderiam ser generalizadas a partir de um estudo mais amplo e crítico que considerasse diferentes contextos.

REFERÊNCIAS

ABB, 2010, Technical Application Papers No. 10, **Photovoltaic Plants**.

ALMEIDA, E.; ROSA, A.; DIAS, F.; BRAZ, K.; LANA, L.; SANTO, O.; SACRAMENTO, T. (2016). **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica**. Artigo científico, in: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>. Outubro de 2016.

ASSUNÇÃO, F. C. R. 2010. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Subsídios para Tomada de Decisão. **Série Documentos Técnicos**, CGEE, maio de 2010.

BLUESOL EDUCACIONAL. 2011. Energia Solar. Disponível em: <http://www.bluesol.com/energia-solar/energia-solar-como-funciona-o-efeito-fotovoltaico/>. Publicado em dezembro de 2011.

BRITO, Paulo. **Análise e Viabilidade de Projetos de Investimentos**. 2. ed. (2006).

ESPÓSITO, A. S; FUCHS, P. G. (2013). Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. **Revista do BNDES**, v. 40, dez/2013, pp. 85-114.

FRANCISCHETTI, Carlos Eduardo; GALEANO, Ronie; PRADO, Eduardo Vieira do; BERTASSI, André Luis. Modelos financeiros para decisão de investimentos na gestão estratégica de marketing. **Caderno Profissional de Marketing**, Piracicaba, SP., v. 1, n. 2, p. 23-36, jul/dez. 2013.

HUBNER, L. B. A. S. (2016). **Viabilidade financeira da instalação de um sistema fotovoltaico**. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdades Integradas Machado de Assis. Santa Rosa.

NEVES, C.; FERNANDES, E. **Análise Custo Benefício de Projetos de Investimento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Novas Edições Acadêmicas, 2020. v. 1. 452p.

PORTAL ENERGIA. 2009. **Energias Renováveis**. Disponível em: <http://www.portalenergia.com/teoria-funcionamento-energia-solar-fotovoltaica/>. Publicado em 25 de janeiro de 2009.

PORTAL SOLAR. 2020. **Universidade de Michigan (EUA) desenvolve nova célula solar**, Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-renovavel/universidade-de-michigan-eua-desenvolve-nova-celula-solar.html>. Publicado em agosto de 2020.

SHAYANI, R. A. (2006). **Medição do rendimento global de um sistema fotovoltaico isolado utilizando módulos de 32 células**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Brasília-DF.

SILVA, R. M. (2015). **Energia solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**, Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado. Fevereiro de 2015 (Texto para Discussão nº 166).

VARELLA, F. K. O.; CAVALIERO, C. K. N.; SILVA, E. P. Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Incentivos regulatórios. **Revista Brasileira de Energia**, Vol. 14, Nº 1, 1º Sem. 2008.

PORTAL SOLAR. 2020. **Energia solar deve quadruplicar no Brasil até 2029**, Disponível em <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/energia-solar-deve-quadruplicar-no-brasil-ate-2029.html>.

PORTAL SOLAR. 2019. **Empresa holandesa desenvolve telhados que captam energia solar**, <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/empresa-holandesa-desenvolve-telhados-que-captam-energia-solar.html>.