

## O SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO SOLUÇÃO ALTERNATIVA NA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Taise Roberto de Freitas \*, Maria Carolina Yoshida Santin, José Gustavo Mateus Nascimento, Bruno Henrique Pinto, Claudia Scoton Antônio Marques.

\* Centro Universitário de Santa Fé do Sul – UNIFUNEC; e-mail: sp\_taisefreitas@hotmail.com.

### RESUMO

A busca por um desenvolvimento sustentável tem incentivado cada vez mais o interesse por fontes alternativas de energia, visando satisfazer a produção energética de modo que apresentem reduzidos impactos ambientais e praticamente não originem resíduos ou emissões de poluentes. Considerando o grande potencial energético solar do Brasil e visando diversos outros fatores, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os benefícios da energia solar fotovoltaica, estimulando sua maior implantação como solução alternativa na produção de energia elétrica no país. Para tal, foi realizado um levantamento bibliográfico por meio de consultas a sites, livros, artigos e periódicos de referência para o tema; e feito uma análise de orçamento para implantação do sistema em empresa da região, juntamente com a verificação da economia gerada pelo mesmo e o tempo de retorno do investimento. Pela literatura e estudo realizado, fica claro que o princípio de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil está envolvido diretamente com os incentivos governamentais, situação esta que necessita ser aprimorada, no entanto, os resultados apresentam, o quão viável e promissora é a utilização deste sistema, que além de ser uma solução alternativa na produção de energia elétrica, promove economia aos seus consumidores e equilíbrio ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema Fotovoltaico, Energia Solar, Fontes Alternativas, Energias Renováveis, Eletricidade.

### ABSTRACT

The search for sustainable development has increasingly encouraged interest in alternative sources of energy, with a view to meeting energy production in a way that has low environmental impacts and practically no waste or pollutant emissions. Considering the great solar energy potential of Brazil and aiming at several other factors, the present work aims to present the benefits of solar photovoltaic energy, stimulating its greater implementation as an alternative solution in the production of electric energy in the country. For this, a bibliographical survey was carried out by means of consultations to sites, books, articles and periodicals of reference for the theme; and made an analysis of budgets for implementation of the system in the company of the region, along with the verification of the economy generated by the same and the time of return of the investment. From the literature and the study carried out, it is clear that the principle of development of photovoltaic solar energy in Brazil is directly involved with government incentives, a situation that needs to be improved, however, the results show how feasible and promising is the use of this system, which in addition to being an alternative solution in the production of electric energy, promotes economy to its consumers and balance to the environment.

**KEY WORDS:** Photovoltaic System, Solar Energy, Alternative Sources, Renewable Energies, Electricity.

### INTRODUÇÃO

O atual cenário de crise em que o Brasil se encontra, com problemas políticos, sociais e econômicos, influi diretamente no seu desenvolvimento. Um recurso pouco ainda explorado e que promoveria, além da solução de algumas dificuldades socioeconômicas, como também o crescimento do país, é a energia solar; que pode ser aproveitada para a produção de eletricidade através do sistema fotovoltaico.

O Sistema Fotovoltaico consiste na transformação de radiação eletromagnética do Sol em energia elétrica. O raio solar é convertido em eletricidade em uma célula fotovoltaica, fabricada com materiais chamados de semicondutores (comumente mais utilizado o silício).

Apesar do país possuir uma matriz de geração de eletricidade aceitavelmente limpa e renovável, a fonte hidrelétrica não será suficiente para o Brasil atender à demanda crescente de energia elétrica; portanto, para sustentar o seu crescimento econômico e populacional, outras fontes alternativas deverão ser implantadas.

O presente trabalho se justifica pela relevância do sistema fotovoltaico como solução complementar na produção de eletricidade, que apesar de não ser uma inovação tecnológica, é um sistema considerado pouco explorado no país.

Tal projeto tem como objetivo incentivar a implantação da energia solar fotovoltaica, apresentando seus inúmeros benefícios, e ampliando as informações deste conteúdo, de forma que este sistema seja utilizado como solução alternativa na produção de energia elétrica no Brasil.

Para sua realização, foram utilizadas pesquisas bibliográficas relevantes sobre o tema, artigos virtuais e impressos, livros, sites e periódicos de referência. Além disso, foi realizada uma análise de orçamentos para implantação do

sistema em empresa da região, juntamente com a verificação da economia gerada pelo mesmo e o tempo de retorno do investimento.

## OBJETIVOS

Apresentar informações sobre o Sistema Fotovoltaico e como o mesmo pode ser utilizado como solução alternativa na produção de energia elétrica no Brasil.

## METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida adota uma abordagem quanti-qualitativa, utilizando uma coleta de dados tanto numérica, quanto narrativa. Para sua elaboração, foram executadas as seguintes etapas:

Etapa 01: Elaboração do referencial teórico por meio de pesquisas bibliográficas relevantes sobre o tema, como: artigos virtuais e impressos, livros, sites renomados e periódicos de referência, relatando as perspectivas e compreensão dos autores sobre cada tópico de referência do trabalho.

Etapa 02: Levantamento do consumo de energia elétrica de uma empresa da região, utilizando dados fornecidos pela companhia distribuidora de eletricidade na conta de energia, para verificar a média de consumo mensal dos últimos 12 meses.

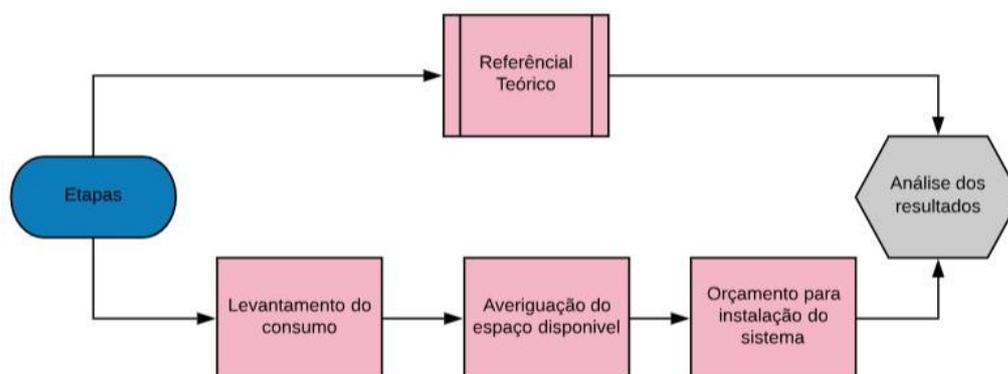
Etapa 03: Averiguação do espaço disponível para instalação dos painéis fotovoltaicos, que geralmente são instalados nos telhados ou terraços, por ser local que recebe maior incidência de irradiação solar (o lugar de instalação é um dos fatores que influenciam diretamente no desempenho do sistema). Tal procedimento foi realizado através da ferramenta Google Earth, mas também pode ser realizado por inspeção visual, ou pelo projeto arquitetônico do local.

Etapa 04: Solicitação de orçamento para implantação do sistema fotovoltaico em empresa da região.

Etapa 05: Análise dos resultados, como: custos de implantação, benefícios e retorno de investimento.

Tais etapas podem ser facilmente visualizadas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas de pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### FONTES RENOVÁVEIS E ALTERNATIVAS DE ENERGIA

As fontes renováveis são aquelas classificadas como intermináveis para os parâmetros humanos de operação, ou seja, nunca se esgotam sempre se regeneram. Alguns exemplos são: as energias solares, biomassa, eólica, geotérmica e hídrica (COSTA, PRATES, 2005; PACHECO, 2006).

A energia solar, proveniente da contínua luz do Sol, é transformada em eletricidade através da reação em determinados materiais, dentre eles, termoeletrônicos e fotovoltaicos (NASCIMENTO, 2017).

A energia da biomassa é obtida a partir da queima direta ou através da geração de biocombustíveis de qualquer matéria vegetal, considerada renovável, pois, através da semeadura pode se reestabelecer (VILLALVA, 2015).

A energia eólica se origina através do aquecimento solar, o qual produz a diferencial de temperatura e pressão atmosférica, logo a energia dos ventos. É classificada como uma fonte renovável, pois enquanto existir o calor do Sol os ventos irão sempre soprar (MAGALHÃES, 2009).

O aquecimento do interior da Terra pode ser utilizado para originar a energia geotérmica, a qual extrai o calor do subsolo para acionar, por meio de turbinas a vapor, geradores elétricos (PEREIRA, 2010).

A energia hídrica origina-se do movimento realizado pelas águas dos rios, devido à evaporação induzida pelo calor do Sol. Considerada uma das fontes renováveis mais utilizadas do mundo e matriz energética do Brasil, necessita das bacias hídricas em níveis adequados, sendo assim, a hidrelétrica se torna um artifício infinito, desde que, não se alterem os índices pluviométricos (VILLALVA, 2015).

Com tais estudos bibliográficos realizados e mencionados acima, verifica-se que praticamente toda a energia utilizada pelos seres humanos tem origem do Sol, mesmo que não tenham o princípio direto da luz solar, derivam do mesmo.

Para sustentar a celeridade do consumo energético e atender as futuras demandas que só tendem a crescer, se faz necessária a inserção de fontes alternativas na produção de energia elétrica. As matrizes de energias elétricas sozinhas não serão suficientes ao longo do tempo; no caso das fontes hídricas, não existirão rios aptos para construir tantas usinas hidrelétricas, e assim, para evitar o aumento de energias não renováveis, como combustíveis fósseis, o mercado terá de investir nas fontes alternativas limpas, como por exemplo, a energia solar fotovoltaica (SILVA, 2015; VILLALVA, 2015).

Os potenciais hidroelétricos trabalhando junto com o fotovoltaico, significa um aumento significativo na eficiência da geração de energia elétrica, apenas com sistemas renováveis e limpos.

## CONFIGURAÇÕES DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Os sistemas fotovoltaicos podem ser classificados em três grupos básicos: autônomos, conectados à rede e híbridos. A escolha do tipo de sistema que será utilizado decorrerá das necessidades de cada projeto, finalidade de uso, disponibilidade de recursos, entre outros fatores (CRESESEB, 2004).

### SISTEMAS FOTOVOLTAICOS AUTÔNOMOS

Os sistemas Fotovoltaicos autônomos são aqueles que não são conectados à rede elétrica e também são comumente conhecidos como sistemas isolados. São destinados a aplicações em locais que não são atendidos por uma rede elétrica convencional; podendo ser utilizado em zonas rurais, fazendas, ilhas, comunidades isoladas ou em qualquer outra localidade que a energia elétrica não esteja disponível, para diversos tipos de aplicações (CRESESEB, 2004; VILLALVA, 2015).

Este tipo de sistema normalmente é constituído por uma placa ou um conjunto de placas (módulos fotovoltaicos), bateria (para armazenamento da energia), controlador de carga (para proteção da bateria contra sobrecarga ou descargas excessivas), e de acordo com a aplicação, um inversor, cuja finalidade básica é a conversão de tensão contínua para tensão alternada (VILLALVA, 2015). A Figura 2 apresenta os componentes básicos deste sistema.

Figura 2 – Componentes básicos de um sistema fotovoltaico autônomo típico



Fonte: MATHEUS, 2015.

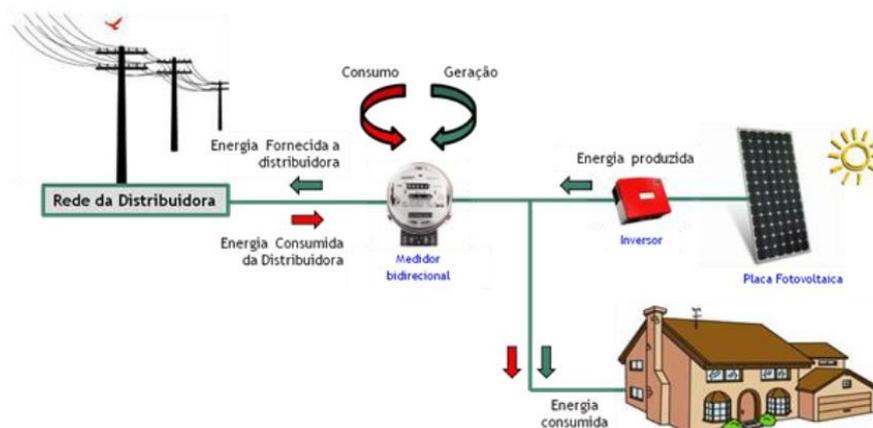
### SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica atuam em conjunto com o sistema de distribuição da concessionária de serviços elétricos local. Distinto do sistema autônomo, esse sistema dispensa a utilização das baterias e dos controladores de carga, o mesmo é empregado em locais que já são atendidos com energia elétrica, e visam minimizar ou eliminar o consumo da rede pública ou até mesmo gerar créditos com o excedente de energia produzido (CRESESEB, 2004).

Tal sistema pode ser caracterizado em três categorias de acordo com o seu tamanho, segundo as definições utilizadas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica): microgeração, quando a instalação é residencial e a potência varia de 1 kW a 100 kW; minigerção, quando a instalação é comercial e a potencia varia de 100 kW a 1MW;

e, usinas de energia fotovoltaica quando a instalação é industrial e a potência maior que 1MW (VILLALVA, 2015). A Figura 3 traz um exemplo de sistema fotovoltaico conectado à rede.

Figura 3 – Exemplo de Sistema Fotovoltaico conectado à rede



Fonte: Google imagens.

A composição básica deste sistema geralmente são os painéis fotovoltaicos, um inversor especial para a conexão à rede, quadros elétricos e um medidor de energia (VILLALVA, 2015).

#### SISTEMAS FOTOVOLTAICOS HÍBRIDOS

Os sistemas híbridos caracterizam-se pela combinação de pelo menos duas fontes diferentes de geração de eletricidade, de modo que não se acabe a energia da bateria na ausência de sol. Estes sistemas podem funcionar em conjunto com outras fontes de energia como geradores eólicos, a diesel, gasolina e outros combustíveis (BRAGA, 2008).

“Estes sistemas são mais complexos e necessitam de algum tipo de controle capaz de integrar os vários geradores, de forma a aperfeiçoar a operação para o usuário” (CABRAL, 2001, p.16). A Figura 4 ilustra um exemplo de sistema fotovoltaico híbrido.

Figura 4 – Exemplo de sistema fotovoltaico híbrido



Fonte: CRESESB, 2008.

#### ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL

O Brasil apresenta um excelente potencial para a inserção da energia solar fotovoltaica, com valores de radiação diária que variam de 4.444 Wh/m<sup>2</sup> a 5.483 Wh/m<sup>2</sup>, segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (2000), o que o coloca em vantagem aos demais países que também buscam a implantação da energia solar como uma solução alternativa.

Apesar dos requisitos auspiciosos, a instalação dos painéis solares ainda possui um alto custo de investimento, o que se torna um grande obstáculo para esse sistema se expandir no país. No entanto, em algumas situações, os sistemas fotovoltaicos já são frequentemente utilizados, como na eletrificação de propriedades rurais, comunidades isoladas, bombeamento de água, centrais remotas de telecomunicações e sistemas de sinalização (BRAGA, 2008; VILLALVA, 2015).

Os sistemas fotovoltaicos, apesar de serem propícios para locais onde não são abastecidos por energia elétrica, são mais eficientes quando conectados à rede, o que só foi viável a partir da resolução nº 482 em 2012, a qual a ANEEL aprovou o uso de sistemas de geração conectados às redes de distribuição. (VILLALVA, 2015).

Muitas questões estão sendo analisadas para a expansão da energia solar, um dos significantes projetos estratégicos já realizados foram os “Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira” realizado em 2011 pela ANEEL em conjunto com empresas concessionárias de energia elétrica, isso proporcionou a formação de usinas solares experimentais interligadas ao sistema elétrico nacional, o que incentivou inúmeras empresas públicas e privadas a implantar as usinas fotovoltaicas (VILLALVA, 2015).

A energia fotovoltaica é capaz de gerar empregos favorecendo assim o crescimento econômico do Brasil, tendo em vista a crise energética vivenciada e levando em conta o alto potencial para geração de energia solar, a expectativa é que esse sistema evolua cada vez mais no país (VILLALVA, 2015).

## VANTAGENS E DESVANTAGENS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A vantagem da diminuição de praticamente todo o valor pago na conta de energia elétrica é sem dúvida o principal benefício dos consumidores que optam pelo sistema fotovoltaico, este sistema requer mínimas manutenções e sua vida útil é superior a 25 anos, porém os benefícios vão além das economias, tendo em vista que se trata de uma energia limpa e sustentável, a qual não gera qualquer espécie de poluição (BRAGA, 2008).

Para a produção de células fotovoltaicas é necessária uma tecnologia aprimorada, não sendo um processo tecnológico muito difundido no Brasil, o que ocasiona muitas vezes na importação de material que encarece seu custo inicial, sendo essa uma das principais desvantagens quando se pensa no desenvolvimento desse sistema no país, além do rendimento dos módulos fotovoltaicos que variam de acordo com o nível de radiação solar (BRAGA, 2008).

## NORMAS E REGULAMENTAÇÕES

Um dos grandes obstáculos para inserir ainda mais a energia solar no Brasil está no fato das normas para sistemas fotovoltaicos serem recentes em comparação as normas internacionais, nas quais os maiores encargos são com tecnologia, qualidade e sistemas de armazenamento de energia, princípios que ainda são escassos nas normas brasileiras (SILVA, 2015).

No decorrer de 2011 o grupo Setorial de Energia Fotovoltaica da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) juntamente com a comissão de estudos CE-03:082.01 do Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações (COBEI), se uniram para sugerir meios e normas para a implantação da energia solar na matriz energética brasileira (VILLALVA, 2015).

Em 2012 o sistema fotovoltaico foi impulsionado pela aprovação da resolução normativa nº 482 (atualizada pela resolução normativa nº 687, criada em 24 de novembro de 2015), a qual possibilitou a microgeração e a minigeração de energia elétrica com base nas fontes renováveis e alternativas, a partir de sistemas de geração distribuída ligados à rede elétrica de baixa tensão (NASCIMENTO, 2017).

Segundo Alves (2014), atualmente as normas vigentes de regulamentação brasileira são originárias da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e algumas outras instruções provenientes da Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC), onde as mesmas são apresentadas abaixo:

- **ABNT NBR 11704:2008 – *Sistemas Fotovoltaicos - Classificação***: Classifica os sistemas de conversão fotovoltaica de energia solar em energia elétrica, de acordo com sua configuração e sua interrelação com o sistema público de distribuição de energia elétrica.
- **ABNT IEC 62116:2012 - *Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede elétrica***: Propicia um método para analisar o funcionamento dos parâmetros de precaução de ilhamentos (efeito que sucede quando uma parcela de um sistema elétrico opera sozinho, após a verificação de uma falha na rede elétrica principal, situação que pode ocasionar diversas complicações como: grandes variações de tensão e frequência além de colocar a segurança do trabalhador e do consumidor em risco) empregados em sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.
- **ABNT NBR 16149:2013 - *Sistemas Fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição***: Determina as referências específicas para a ligação entre sistemas fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia elétrica, além de indicar suas exigências.

- **ABNT NBR 16150:2013 - *Sistemas Fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição — Procedimento de ensaio de conformidade:*** Caracteriza as técnicas de ensaio para avaliar se os equipamentos empregados na ligação entre os sistemas fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia estão em compatibilidade com as exigências da ABNT NBR 16149.
- **ABNT NBR 16274:2014 -*Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho:*** Determina as informações e as documentações mínimas que devem ser selecionadas após a instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede, além de descrever documentações, ensaios de comissionamento e os critérios de inspeções essenciais para analisar a segurança da instalação e a correta operação do sistema.

As normas brasileiras para sistemas fotovoltaicos ainda são um tanto recentes, no entanto os debates sobre o assunto propiciam significativos conhecimentos para consumidores, fabricantes de equipamentos, instaladores e concessionárias de energia elétrica (VILLALVA, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para comprovar os benefícios da utilização do sistema fotovoltaico como solução alternativa na produção de energia elétrica, fez-se necessário além de um estudo bibliográfico, uma análise de custos para verificar o investimento necessário, economia e tempo de retorno da aplicação.

Escolheu-se uma empresa na cidade de Santa Fé do Sul interior do Estado de São Paulo, para fazer uma avaliação de seus consumos mensais de energia elétrica, e verificar a viabilidade da instalação do sistema fotovoltaica na mesma.

Inicialmente foi coletado na conta de energia da empresa o histórico de consumo dos últimos 12 meses, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Histórico de consumo da empresa em kW/h



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, levantou-se o consumo total nos últimos 12 meses, a média do consumo mensal da empresa, e a média do valor gasto mensalmente. Encontrou-se a média do valor gasto mensalmente, utilizando como referência, o valor da conta de energia do mês de abril de 2018 com custo de R\$576,00 (quinhentos e setenta e seis reais), o consumo de 780 kW/h do mesmo mês e a média do consumo mensal. Tal cálculo é possível por termos dois pares de dados relacionados, com mesma grandeza e unidade, assim, possuindo 03 elementos conhecidos o quarto é facilmente encontrado por regra de três simples. Após, montou-se a Tabela 1 que demonstra a média do consumo e gasto.

Tabela 1 – Média do consumo e gasto com energia da empresa

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| CONSUMO ANUAL           | 5346 kW/h  |
| MÉDIA DO CONSUMO MENSAL | 446 kW/h   |
| MÉDIA DO VALOR GASTO    | R\$ 330,00 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dando continuidade a pesquisa, verificaram-se junto à ferramenta Google Earth, as dimensões do telhado da empresa tendo 8m de largura por 25 m de comprimento, resultando em uma área total de 200 m<sup>2</sup> disponível para instalação dos painéis fotovoltaicos.

Tendo o consumo médio da empresa e o espaço disponível para instalação, cotaram-se os custos para implantação do sistema fotovoltaico com configuração conectada à rede para a empresa, onde foi obtido o orçamento apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Orçamento de implantação do sistema fotovoltaico para empresa

|  |   |
|--|---|
| Kit completo 3,3 kWp (10 módulos fotovoltaicos solares 330 W + 01 inversor de frequência 3000 LT + estrutura metálica em aço e alumínio) | R\$10.600,00                                |
| Projeto + Engenheiro + ART + Frete + Mão de Obra + Instalação  | R\$4.800,00                                 |
| Produção Anual do Sistema (média)  | 5.563 kWh/mês                               |
| Produção Mensal do Sistema (média)   | 464 kWh/mês                                 |
| Área ocupada (aproximada)  | 27m <sup>2</sup>                            |
| Tipo de conexão  | Bifásico                                    |
| Dimensões  | 1956x992x40                                 |
| Peso   | 26,5 Kg                                     |
| Garantia   | 10 anos de fabricação 25 anos de desempenho |

Fonte: Corporação fornecedora de sistemas fotovoltaicos de Santa Fé do Sul, 2018.

Em orçamento, foi fornecido um retorno do investimento com 33 meses, e mesmo que tais cálculos fossem feitos de maneira leiga poderiam facilmente ser analisados. Realizando um investimento de R\$ 15.400,00 (quinze mil e quatrocentos reais), com contas de energia elétrica de R\$ 330,00 (trezentos e trinta reais) sendo economizadas, podemos notar que em menos de 04 anos é possível recuperar o valor investido. Como o desempenho do sistema fotovoltaico tem garantia mínima de 25 anos, a empresa economizaria 21 anos em contas de energia, sem contar os créditos que poderiam ser gerados ao se produzir mais energia do que a consumida, e também sem levar em conta futura elevação que o valor da eletricidade fornecida pela companhia de distribuição sofria ao longo do tempo.

## CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi apresentar informações relevantes sobre o Sistema Fotovoltaico e como o mesmo pode ser utilizado como solução alternativa na produção de energia elétrica no Brasil.

Em uma análise de literatura, notou-se que o princípio de desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil está envolvido diretamente com os impulsos que estimulam a implantação do sistema, com as normas e resoluções vigentes e também com as informações disseminadas, pois boa parte da sociedade ainda não tem conhecimento da viabilidade de adotar o mesmo. Uma maior utilização do sistema fotovoltaico na produção de energia elétrica nos faz imaginar novos estudos, com novas tecnologias e sistemas cada vez mais acessíveis ao consumidor.

Em atenção aos resultados obtidos, notaram-se também inúmeras vantagens de investimento neste sistema, que em pouco tempo se pagaria e ao longo dos anos só geraria mais economia, conforto, bem-estar e equilíbrio ao meio ambiente.

No entanto, temos que estar alertas que mudanças negativas também podem ocorrer, como encargos ou impostos na produção da energia solar fotovoltaica e também nos atentar que tal pesquisa em outra região ou em época futura pode não ter o mesmo custo-benefício positivo que apresentou neste estudo.

Ainda sim, com todo o exposto, concluímos que o objetivo foi atingido, e atestado que o sistema fotovoltaico pode ser utilizado como solução alternativa na produção de energia elétrica no Brasil, pois observando como um todo, introduzir a energia solar fotovoltaica gera crescimento socioeconômico, contribui para um desenvolvimento sustentável, e auxilia a população a gerar sua própria energia elétrica através de uma fonte limpa e inesgotável que é o sol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, G. H.; MARAFÃO, F. P.; MORAIS, L. C.; SERNI, P. J. A.; SIMÕES, M. G. **Energia Solar no Brasil**. edição 104, 2014. Disponível em: <<https://www.osestoreletrico.com.br/energia-solar-no-brasil/>>. Acesso em: 18 ago. 2018.
2. ATLAS Solarimétrico do Brasil. Recife: UFPE, 2000.
3. BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica**: Fundamentos e aplicações. 2008. 80 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - RJ, 2008.
4. CABRAL, C. V. T. **Energia Fotovoltaica**. 2001. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Mato Grosso, 2001.
5. CRESESB. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES, Edição especial, PRC-PRODEEM, Rio de Janeiro, Agosto de 2004.
6. COSTA, R. C.; PRATES, C. P. T. O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras a sua penetração no mercado. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 5–30, mar. 2005.
7. CRESESB. **Tutorial de Energia Solar Fotovoltaica**. 2008. Disponível em: <[http://cresesb.cepel.br/index.php?section=com\\_content&cid=341](http://cresesb.cepel.br/index.php?section=com_content&cid=341)>. Acesso em: 08 ago. 2018.
8. GOOGLE imagens. **Exemplo de sistema FV interligado a rede**. Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=Exemplo+de+sistema+FV+interligado+a+rede+utilizando+medidor+bidirecional&rlz=1C1EJFA\\_enBR779BR779&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibnNWX4oXdAhWEk5AKHbU4DPUQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgsrc=wc9mrHLjt2pj6M:>](https://www.google.com.br/search?q=Exemplo+de+sistema+FV+interligado+a+rede+utilizando+medidor+bidirecional&rlz=1C1EJFA_enBR779BR779&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibnNWX4oXdAhWEk5AKHbU4DPUQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgsrc=wc9mrHLjt2pj6M:>)> Acesso em: 10 ago. 2018.
9. MAGALHÃES, M. V. **Estudo de utilização da energia eólica como fonte geradora de energia no Brasil**. 2009. 50 f. Monografia (Graduação em Ciências econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
10. MATHEUS, F. **Geração de energia elétrica solar**. 2015. Disponível em: <<https://fomatheus.wordpress.com/2015/06/04/sistemas-fotovoltaicos-autonomos/>>. Acesso em: 08 ago. 2018.
11. NASCIMENTO, R. L. **Energia Solar no Brasil**: Situação e Perspectivas. Estudo Técnico. Brasília: Câmara dos deputados, 2017.
12. PACHECO, F. Energias renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador, n.149, p. 4-11, out. 2006.
13. PEREIRA, P. S. **Aumentar os serviços de energia no Brasil de maneira econômica e com menor prejuízo ambiental**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Candido Mendes, Rio de Janeiro, 2010.
14. SILVA, R. M. **Energia Solar: dos incentivos aos desafios**. Texto para discussão n° 166. Brasília. Senado Federal, 2015.
15. VILLALVA, M. G. **Energia solar fotovoltaica**. 2.ed. São Paulo: Érica, 2015.