



Sociedade Cultural e Educacional do Interior Paulista
Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista - FAIP

Revista Científica de Ciências Aplicadas da FAIP

ISSN 2525-8028

v.7, n.13, junho 2020

MERCADO FOTOVOLTAÍCO NO BRASIL

MONTEIRO, Jhonathan Everton¹

ABREU, Adriano Bien de²

JÚNIOR, Jorge Luiz Barbosa Maciel³

RESUMO

O presente trabalho tem como tema: Energia Fotovoltaica. A energia solar fotovoltaica aquela que obtém energia por meio da conversão direta da luz em eletricidade. A célula fotovoltaica, é um dispositivo fabricado com material semicondutor, sendo uma unidade de extrema importância no processo de conversão. Esse trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade econômica da instalação de painéis fotovoltaicos para otimização da eficiência energética voltada para residências e indústrias. A maioria das empresas têm como missão a redução dos custos, para que se possam maximizar seus lucros, sem perder a qualidade prestada em seus serviços. A utilização eficiente de energia elétrica numa empresa pode ser uma forma de reduzir seus custos, o que pode ser também um diferencial competitivo no mercado, pois a empresa pode aplicar essa economia em novos produtos e processos, devido a isso justifica-se a escolha do tema. O trabalho conta com uma metodologia bibliográfica, com base em livros e artigos já publicados.

Palavras Chave: Custos, Energia renovável; Energia solar

ABSTRACT

The present work has as theme: Photovoltaic Energy. Photovoltaic solar energy is one that obtains energy through the direct conversion of light into electricity. The photovoltaic cell is a device manufactured with semiconductor material, being a unit of extreme importance in the conversion process. This work aims to analyze the economic feasibility of installing photovoltaic panels to optimize energy efficiency for homes and industries. Most companies have the mission of reducing costs, so that they can maximize their profits, without losing the quality of their services. The efficient use of electric energy in a company can be a way to reduce its costs, which can also be a competitive differential in the market, as the company can apply this savings in new products and processes, due to this the choice of the theme. The work has a bibliographic methodology, based on books and articles already published.

Key Words: Costs, Renewable energy; Solar energy.

¹ Discente do curso de Engenharia Elétrica da FAIP;

² Docente da FAIP;

³ Químico e Mestre em Ciência e Tecnologia dos Materiais.

1 – INTRODUÇÃO

Werlang, (2018) afirma que o consumo de energia aumenta a todo instante, devido ao crescimento populacional e também a busca incansável pelo desenvolvimento econômico e social. Segundo os dados da EPE (Empresa de Pesquisa Energética, 2014), a principal fonte de energia elétrica no país é a hidrelétrica, sendo responsável por 65,2% da produção de eletricidade, assim tornando o Brasil dependente desse tipo de energia.

Mendes, (2015) menciona que o impacto ambiental causado pelas hidrelétricas é sempre em grande proporção e muitas das vezes causando impactos negativos irreversíveis. Devido a isso, a diversificação da matriz energética é importante, e deve ser considerada a implantação de fontes de energia renováveis não convencionais, como: fotovoltaica (RELLA, 2017).

Energia fotovoltaica é a conversão da energia elétrica através do sol, podendo ser produzida em dias nublados ou chuvosos. Quanto maior for a radiação solar maior será a quantidade de eletricidade produzida (SILVA, 2017).

Cunha et al. (2016) menciona que o sol é a fonte de energia responsável pela origem da maioria das fontes de energia renovável e mesmo os que não utilizam a radiação solar têm sua origem nela. Assim também apresentando um grande potencial de utilização por meio de sistemas de captações e conversão em outros tipos de energia.

O efeito fotovoltaico ocorre quando a luz solar, por meio dos seus fótons, é absorvida pela célula fotovoltaica. A energia dos fótons da luz é transferida para os elétrons que então ganham a capacidade de movimentar-se e o movimento dos elétrons também gera a corrente elétrica (LIMA, 2020)

Para Potosinos, (2019), os sistemas fotovoltaicos podem gerar energia elétrica por meio das células fotovoltaicas e sendo elas responsáveis por produzirem materiais capazes de transformar a radiação solar diretamente em energia elétrica.

Apresentando também sistemas, que são classificados em duas categorias principais: conectado à rede (grid-tie) ou isolados (off grid) e os sistemas fotovoltaicos conectados à rede são aqueles onde a energia é produzida e enviada para as redes, onde irão proporcionar pontos positivos (ALMEIDA NETO, 2017).

Para Moura, (2020) a energia fotovoltaica para as empresas, resultam diversos benefícios, sendo a proteção, estabilidade, as variações das tarifas energéticas, e o seu baixo impacto ambiental. Apresentando também instalações simples, baixo custo em relação ao

tempo de vida útil e o fato que podem ser usadas como energia elétrica convencional em regiões que ainda não possuem distribuição (SOUSA, 2019).

Diante de diversos benefícios supramencionados e da necessidade de conhecer outras energias para suprir a demanda dos pequenos e grandes geradores, o trabalho tem o objetivo de fazer um levantamento, através de revisão de literatura, sobre a importância da energia fotovoltaico para o Brasil e visando principalmente a viabilidade econômica da instalação de painéis fotovoltaicos.

2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Inicialmente o presente trabalho realizou um levantamento de revisão bibliográfica, contida em livros, artigos científicos, endereços eletrônicos, trabalhos acadêmicos e sites públicos, sobre a importância da energia fotovoltaica.

Adotando de caráter descritiva e explicativa de natureza quantitativa tomando como base a pesquisa comparativa.

Segundo Neves (2016) uma pesquisa qualitativa tem como objetivo deixar bem claro em primeiro lugar qual o problema a ser pesquisado, visto que sem uma definição do problema, jamais será possível estabelecer as bases da pesquisa e selecionar um referencial teórico que respalde, fundamente o trabalho em execução.

Pesquisa exploratória permite ao pesquisador escolher as técnicas mais adequadas para a sua pesquisa e para que ele possa decidir sobre as questões que necessitam maior atenção durante a investigação.

Através da pesquisa exploratória, é possível obter explicação dos fenômenos que inicialmente não eram aceitos pelos demais pesquisadores, mesmo com as evidências apresentadas, além de descobrir novos fenômenos e formular novas ideias e hipóteses (GIL, 2008).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Dester, (2018) a energia é um elemento indispensável para o desenvolvimento econômico e social. A eletricidade é um elemento básico para mover as indústrias, permitindo conforto doméstico, conectar o mundo por meio das telecomunicações, facilitarem os serviços necessários para a população, como: saúde, educação, água potável e entre outros benefícios (CASTRO, 2020)

Rosa, (2016) observar que o consumo de energia é algo variável, com isso os sistemas de geração devem ser capazes de se ajustar, de maneira que supra a demanda de pico e os períodos de menor solicitação, levando em consideração que a energia elétrica não é armazenada.

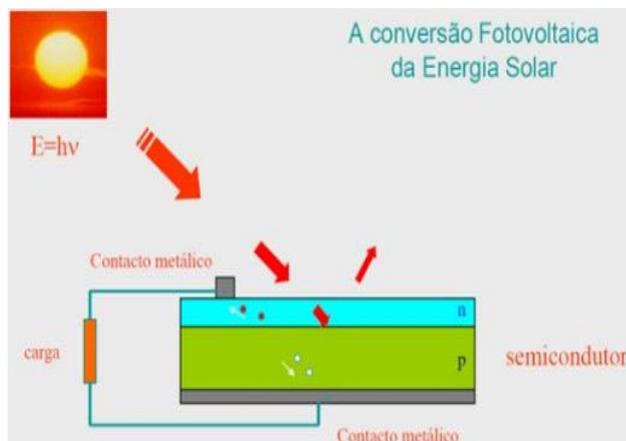
Segundo Cunha, et al. (2016) a energia solar é a energia produzida pela radiação eletromagnética, flui do sol. Por causa da absorção de parte dessa energia, o planeta é habitável, conseqüentemente existência dessa maneira de energia só é possível de ocorrer com a fusão nuclear do Hidrogênio em Hélio (KALOGIROU, 2016).

A energia solar é o que permite a vida na Terra, pois ela essencialmente a responsável direta ou indiretamente por toda a energia existente no planeta. A energia oriunda do Sol é a mais antiga e a mais utilizada no mundo, trata-se de uma fonte infinita e abundante. Assim, reveste-se de importância por promover condições necessárias para a sobrevivência humana (KALOGIROU, 2016, P. 864).

De acordo com Lima, (2020) a energia solar é o termo no qual se refere à energia produzida pela luz do calor do sol. É usada por meio de inúmeras tecnologias em constante evolução, como o aquecimento solar, a energia solar fotovoltaica, a energia heliotérmica, entre outras (SAUAIA, 2018).

A energia fotovoltaica ocorre pela conversão da radiação solar em eletricidade, gerada nas placas por meio de uma diferença de potencial elétrico nas faces opostas de uma má junção semicondutora (FIGURA 1) (POTOSINOS, 2019)

Figura 1 - Efeito fotovoltaica

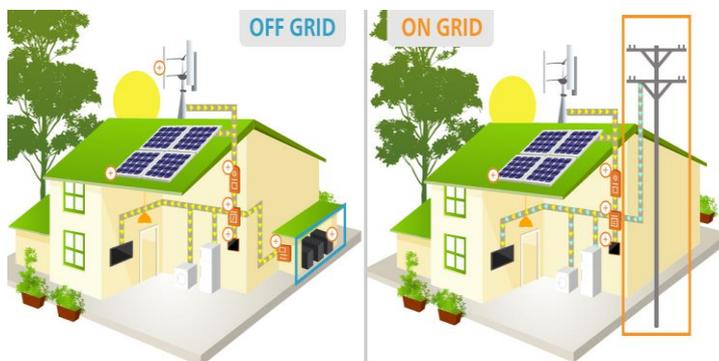


Fonte: Vinturini, 2019

Silva, (2017), observa que o sistema fotovoltaico, é um sistema capaz de gerar energia elétrica por meio da radiação solar, existem dois tipos: sistemas isolados (off-grid) e sistemas

conectados à rede (grid-tie). Conforme a podemos observar a Figura 2, demonstra alusão de como ocorre os sistemas isolados, sistemas conectados e a explicação de cada sistema.

Figura 2- Sistemas On Grid E Off Grid



Fonte: Strom Brasil, 2020

De acordo com Dantas, (2018). o inversor fotovoltaico on grid também integra a energia solar à energia elétrica fornecida pela concessionária local, proporcionando o uso de qualquer equipamento consumidor de energia elétrica que esteja ligado à rede como motores, aparelhos de ar condicionado ou geladeiras.

Ele trabalha em paralelo com a rede pública de distribuição de energia, opera da mesma forma que uma usina elétrica convencional, porém em escala menor.

Os sistemas isolados são usados em locais remotos ou onde o custo de se conectar à rede elétrica é elevado, sendo usados em casas de campo, refúgios, iluminação, telecomunicações, bombeio de água, entre outros (BRAGA, 2018). Já os sistemas conectados à rede, substituem ou complementam a energia elétrica convencional disponível na rede elétrica

Enquanto para Carli, (2016) um sistema isolado precisa de baterias e controles de carga, sistemas conectados à rede funcionam somente com painéis e inversores, pois não precisam armazenar energia (FIGURA 3).

Figura 3 -Exemplo de Energia fotovoltaica



Fonte: NeoSolar, 2019

Portanto, esse efeito consiste na transformação da energia do sol em eletricidade, onde essa conversão é feita por meio das células fotovoltaicas. As células têm a sua origem em semicondutores como o silício, telureto de cádmio, disseleneto de cobre e índio (POTOSINOS, 2019).

A essência de uma célula consiste no ligamento de duas camadas semicondutoras, uma delas é dopada positivamente e a outra negativamente, iniciando um campo elétrico entre elas (ALMEIDA, 2012).

Schmitz, (2018) ressalta que os painéis solares, são os componentes fundamentais do sistema fotovoltaico de geração de energia. São formados por um grupo de células fotovoltaicas ligadas à eletricidade, em série e/ou paralelo, dependendo das tensões e/ou correntes estabelecidas em projeto.

Segundo (PEREIRA, 2011) o grupo desses módulos são conhecidos como gerador fotovoltaico e constituem a primeira parte do sistema, sendo os responsáveis no procedimento de captação da irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica

De acordo com Braga (2008) esses sistemas proporcionam inúmeras vantagens por se tratar de uma fonte renovável e limpa. A vida útil dos módulos fotovoltaicos é aproximadamente 25 anos, sem custos demasiados em manutenção, limpeza e gerenciamento.

Em uma análise feita por Shayani, (2016,), ela apresenta a comparação dos custos entre energia solar fotovoltaicas e outras fontes:

“Ao destacarem os aspectos que devem ser avaliados pelo planejador energético, indicaram a necessidade do uso de fontes renováveis para o desenvolvimento sustentável, incluindo como parâmetro as vantagens sociais e econômicas em consequência de uma geração distribuída e também integrada à rede. Uma análise superficial das fontes renováveis tem elevado custo em comparação aos sistemas convencionais centralizados, porém, ao

analisar os programas de painéis distribuídos e interligados a rede implantados pela Alemanha e pelos Estados Unidos os autores verificaram diversas vantagens, que vão desde minimizar perdas por transmissão até reduzir picos de demandas em prédios comerciais (SHAYANI, 2016,)”.

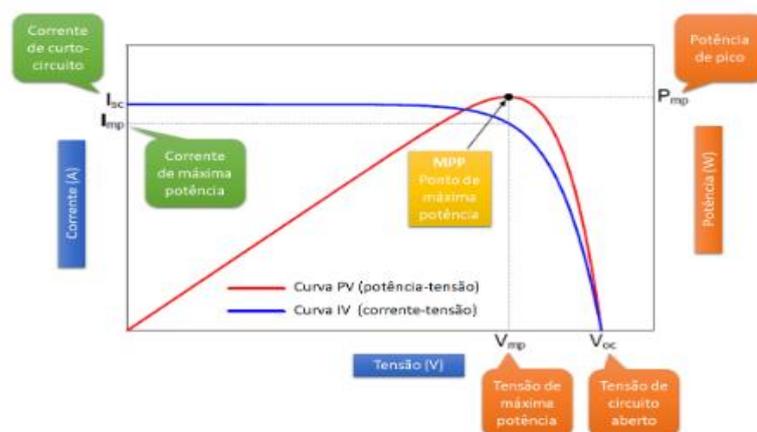
Hurtado, (2017. informa que o projeto de energia solar fotovoltaico pode atender inúmeros mercados, desde uma residência até uma usina solar. O usuário tem maior flexibilidade para ajustar a potência, a tensão e a corrente de acordo com o projeto, pois os módulos dos painéis solares oferecem praticidade operacional.

Desse modo, o efeito fotovoltaico é resultado da incidência de fótons em um material semicondutor. E para Reis, (2015) o efeito só é possível quando os elétrons adquirem fótons presentes na radiação solar. Os painéis são estruturas físicas que permitem a geração de energia elétrica diretamente da luz solar.

Dienstmann, (2009) afirma que a energia solar é aquela obtida através do sol, chegando na superfície da Terra como ondas eletromagnéticas (fótons), sendo de forma direta ou difusa. No sol, é a fusão atômica a responsável pela liberação dessa energia.

Essa fonte de energia é conceituada como a energia gerada por meio da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isso ocorre por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica(FIGURA 4) que usa o efeito fotoelétrico ou fotovoltaico(IMHOFF, 2007).

Figura 4- Explicação da curva de uma célula fotovoltaica



Fonte: Vinturini, 2019

De acordo com Werlang, (2018) a energia elétrica representa custos elevados para os consumidores de micro e pequenas empresas, dados os constantes aumentos nas tarifas devido

a crises no setor energético nos últimos tempos. Quando se faz uma análise do consumo de energia elétrica nas empresas, percebe-se que fatores como o conforto térmico e o uso de equipamentos são os maiores responsáveis pelo faturamento da instalação (MENDES, 2015). Segundo Braga, (2018), em certas empresas de pequeno porte que fornece soluções para indústrias no setor elétrico e de automação. Uma das problemáticas a serem abordadas pela empresa é a redução de custos, o que pode ser feito pela economia de energia elétrica.

Pensando em alternativas ao consumo de energia fornecida por hidrelétricas, tem-se um projeto de painéis fotovoltaicos, o que além de tudo é uma fonte de energia limpa. Conforme Hurtado, (2017) os sistemas fotovoltaicos além de ter um custo benefício a longo prazo, proporciona outras vantagens, como: redução de custos; redução de perdas por transmissão e distribuição de energia. Já que a eletricidade é consumida onde é produzida; redução de investimentos (TABELA 1) em linhas de transmissão e distribuição; baixo impacto ambiental; entre outros (DAVID, 2019).

Tabela 1- Modelos e os preços de inversores.

Modelo Inversor	Potência Inversor (W)	Tipo (Grid-tie ou Off-Grid)	Valor (R\$)	Loja
Fronius Galvo 1.5-1	1500	Grid-Tie	R\$ 4.914,00	Neosolar
Growatt 1500-S	1500	Grid-Tie	R\$ 3.669,00	Minha Casa Solar
ECOSOLYS S1000	1000	Grid-Tie	R\$ 1.837,00	Minha Casa Solar
Xantrex Xpower1000	1000	Off-Grid	R\$ 1.099,00	Neosolar
Xantrex Xpower1500	1500	Off-Grid	R\$ 1.689,00	Neosolar
Hayonik - HAY1500W	1500	Off-Grid	R\$ 768,00	Minha Casa Solar

Ao planejar instalar esse sistema de energia, é preciso fazer a escolha do inversor, levando em consideração o tipo (gridtie ou off-grid) e a aceitação no mercado.

De acordo com Junior, (2019) os inversores Fronius é líder em aceitação com 41% diante das outras marcas. Porém, têm custos elevados. Após realizar o levantamento dos modelos e preços é possível ter uma estimativa de valor da implantação dos sistemas solares.

Tabela 2- Investimento do sistema solar

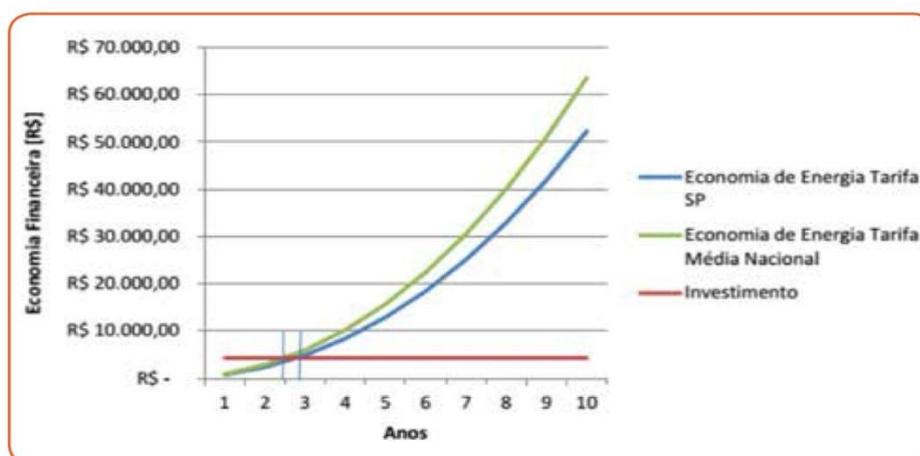
Kit	Valor Kit	Custo de Instalação	Custo de Manutenção Anual	Custo Total do Investimento	R\$/Wp
A	R\$ 5.721,30	R\$ 1200,00	R\$ 65,00	R\$ 6.986,30	R\$ 6,35
B	R\$ 6.551,91	R\$ 1200,00	R\$ 70,00	R\$ 7.821,91	R\$ 7,11

Fonte:Junior, 2019

Dienstmann, (2009), estudando sobre custo, observou que as mesmas estão ligadas à uma instalação do sistema solar e dependendo de diversos pontos, como: o tipo de instalação (solo ou telhado), potência e quantidade das placas, estrutura do telhado, distância do ponto de conexão ao local de instalação, entre outros.

Em relação ao custo da manutenção anual é praticamente irrisório, aproximadamente 1% do valor do investimento (EPE, 2012). Sendo um grande benefício investir nesse produto. Na Figura 3 é possível ver a diferença na utilização dos sistemas fotovoltaicos.

Figura 3 - Economia após a implantação do sistema fotovoltaico



Fonte: Alves et al., 2018

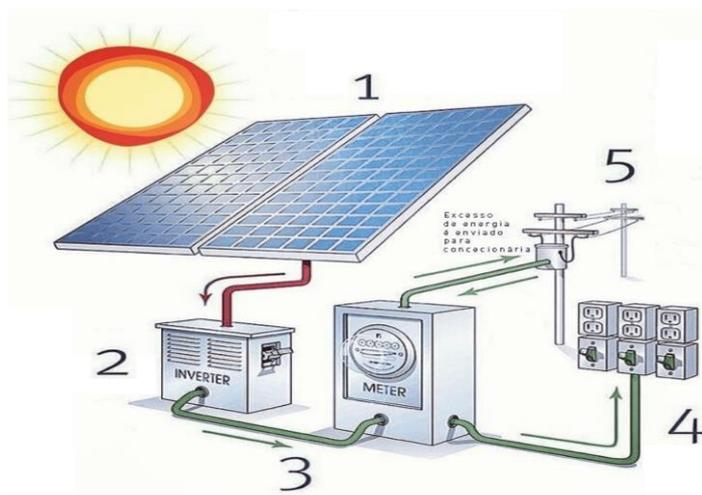
A redução dos custos é uma questão de suma importância, com isso, incentiva cada vez mais as pessoas e empresas adotarem esse tipo de “energia limpa”, por meio de redução

de tarifas, normas, projetos de lei ou financiamentos com longos prazos de carência e/ou amortização de custos, entre outros (ALVES et al., 2018).

Conforme Moura, (2020), a energia fotovoltaica provém de recursos solares, sendo considerada uma fonte de energia limpa. A conversão da energia captada pela luz solar em energia elétrica é realizada por meio de um sistema fotovoltaico (FIGURA 5), que é vantajoso em vários âmbitos, porém demanda um alto investimento por parte do contratante (CARLI, 2016).

Dessa forma, o conhecimento das ferramentas e técnicas a serem utilizadas e dos custos envolvidos em todo o processo é indispensável para uma correta tomada de decisão das empresas na busca pela redução de custos por meio da eficiência energética (CORREIA, 2016).

Figura 4- Energia fotovoltaica



Fonte: Energia Eficiente, 2020

Bühler, (2018) ressalta que o efeito fotovoltaico consiste em uma energia limpa, renovável, não possui nenhum tipo de ruído e é inesgotável, o que faz ela se tornar uma energia do futuro. É considerado um investimento lucrativo a longo prazo.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, os sistemas fotovoltaicos são sustentáveis e econômicos, pois fazem uso da energia do sol, isso o torna totalmente confiável, por causa da abundância e disponibilidade do sol na maioria das regiões do planeta.

Essa característica traz um benefício competitivo enorme quando se compara a energia fotovoltaica com outras fontes de energia, ela não causa impactos ambientais.

Portanto, a viabilidade de adotar sistemas geradores hoje pode ter ficado mais acessível, pois sem dúvidas é uma fonte limpa, renovável, e até mesmo lucrativa com menos tarifas. Com as melhorias e reduções de custo espera-se que a viabilidade seja ainda maior em todo o mundo.

5 – REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, José Cesar de Souza. **Avaliação de conformidade de inversores para micro e mini geração fotovoltaica: a implantação da NBR 16150 e NBR IEC 62116**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ALMEIDA, M. P - **Qualificação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede** - Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ALVES; Gustavo, MORAES; Luciano, MARAFÃO; Fernando, SERNI; Paulo, SIMÕES; Marcelo. **Energia solar no Brasil**. 2018. Edição 104 – setembro de 2018.

BRAGA, Lucas de Almeida. Um estudo sobre o mercado de energia elétrica no Brasil. 2018. Disponível: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1345> Acesso em :02 de jan. de 2020.

BÜHLER, Alexandre José; DOS SANTOS, Fernando Hoefling; GABE, Ivan Jorge. Uma revisão sobre as tecnologias fotovoltaicas atuais. In: **VII Congresso Brasileiro de Energia Solar. Apresentado em Gramado. Recuperado de <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/267>**. 2018.

CARLI, Roberto Luiz - **Análise de viabilidade econômica para a implantação de um sistema fotovoltaico em uma célula urbana rural – cascavel UNIOESTE** 2016.

CASTRO, Tiago Bornia; FERNANDES, Natalia Castro; FORTES, Marcio Zamboti. DEFLEGER: DESlocamento e FLExibilidade de cargas no Gerenciamento de Energia Residencial. In: Anais do IV Workshop de Computação Urbana. SBC, 2020. p. 29-42.

CORREIA, Tiago Augusto Lima Torres. Sistemas de armazenamento de energia integrados em centrais fotovoltaicas. 2016.

CUNHA Kemerich, Pedro Daniel et al. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 241-247, 2016.

DANTAS, Ivanca De Medeiros. **Análise Técnica E Econômica Da Instalação De Uma Usina Solar Conectada À Rede De Distribuição Em Benefício De Unidades Residenciais De Mesma Titularidade**. 2018.

DAVID, Solange Mendes Geraldo Ragazi. Geração de energia elétrica no Brasil: uma visão legal-regulatória sobre riscos para o desenvolvimento da atividade e mecanismos de incentivo estabelecidos pelo poder público. 2013. **Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo**.

DESTER, Mauricio. A Hidroeletricidade: uma fonte de energia essencial na matriz de energia elétrica do Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 51, 2018.

DIENSTMANN, Gustavo. **Energia Solar**. 2009. Disponível em :<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/193018>, Acesso em : 04 de fev de 2020.

ENERGIA EFICIENTE. **Dia De Chuva: Saiba Como Funciona A Captação De Energia Solar**. 2020. Disponível em: <https://engegrid.com.br/blog/dia-de-chuva-saiba-como-funciona-a-captacao-de-energia-solar/> Acesso em: 25 de setembro de 2020.

EPE. 2015. Balanço Energético Nacional, Ano base 2014. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro.

GIL, A. C. **Todas As Técnicas De Pesquisa Social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HURTADO, Oscar Giovanni Cucaita; ROJAS, Iván Orlando Cabeza. Tendencias en ingeniería de materiales para la fabricación de células solares fotovoltaicas. **Ingeniería Solidaria**, v. 13, n. 23, p. 151-162, 2017.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f.

JUNIOR, Paulo Geovane Santos De Mattos. **Análise Da Contribuição Da Geração Fotovoltaica Na Redução Do Custo Da Energia Elétrica No Sertão Da Bahia**. 2019.
KALOGIROU, S. **Engenharia de energia solar: processos e sistemas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 864 p

LIMA, Ariane A. et al. Uma revisão dos princípios da conversão fotovoltaica de energia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

MENDES, Noeli Aparecida Serafim. **As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana - Euclides da Cunha Paulista**. 2015. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP.

MOURA, MICHELLE TEIXEIRA; POSSAMAI, Vinicius. ENERGIA FOTOVOLTAICA ATUALMENTE. **SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA GESTÃO E EDUCAÇÃO**, v. 2, n. 1, 2020.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa – características, uso e possibilidades**. Cadernos de pesquisa em administração, São Paulo. V. 1, nº 3, 2ºsem. 2016.

PORTAL SOLAR. **Quanto Custa para Instalar Energia Solar**. 2020. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-para-instalar-energia-solar.html> Acesso em: 24 de setembro de 2020

POTOSINOS, UNIVERSITARIOS. Energía solar fotovoltaica. **Síguenos:@ revupotosinos Universitarios Potosinos**, p. 25, 2019.

RELLA, Ricardo. Energia Fotovoltaica no Brasil. **Revista de Iniciação Científica**, v. 15, n. 1, p. 28-38, 2017.

ROSA, Antonio Robson Oliveira; GASPARIN, Fabiano Perin. Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 7, n. 2, p. 140-147, 2016.

SAUAIA, Rodrigo Lopes. Energia Solar Fotovoltaica: panorama, oportunidades e desafios. 2018.

SCHMITZ, Lenon et al. Conversor cc-cc de alto ganho voltado para aplicações fotovoltaicas com módulos de filme fino. **Eletrônica de Potência**, v. 23, n. 3, 2018.

SHAYANI, R. A; OLIVEIRA, M. A. G; CAMARGO, I.M T. **Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais**. In: Congresso Brasileiro do planejamento energético, V, 2016, Brasília. Sessões Técnicas do V Congresso Brasileiro do planejamento energético.

SILVA, Rayssa Guimarães; DO CARMO, Marlon José. Energia Solar Fotovoltaica: uma proposta para melhoria da gestão energética. **InterSciencePlace**, v. 12, n. 2, 2017.

SOUSA, Marco Antonio et al. Nota técnica: estimativa de viabilidade econômica do uso de energia fotovoltaica em pivô central no estado de goiás. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 1, p. 22-29, 2019.

STROM BRASIL. **Sistemas On Grid E Off Grid**. 2020. Disponível em: <http://www.strombrasil.com.br/sistemas-on-grid-e-off-grid/> Acesso em: 25 de setembro de 2020.

VINTURINI; Mateus. **Diodos de bypass e hotspots dos módulos fotovoltaicos**. 2019. Disponível em: <https://www.canalsolar.com.br/index.php/artigos/item/176-diodo-de-bypass-e-hotspot-modulos-fv> Acesso em: 24 de setembro de 2020.

WERLANG, Ana Beatriz Carvalho. **Uma Análise Da Relação Entre O Consumo De Energia Elétrica E O Crescimento Econômico No Mundo**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.