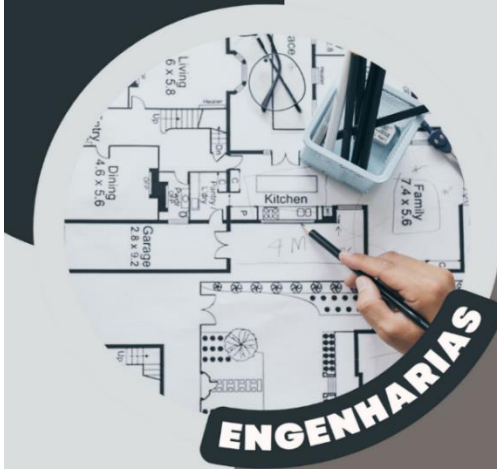


# ENGENHARIAS: ATUALIZAÇÃO DE ÁREA

JANEIRO E  
FEVEREIRO  
DE 2023



**ENGENHARIAS**



LIVROS ACADÊMICOS  
NÚCLEO DO CONHECIMENTO

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/1613

E57e

Engenharias: Atualização de Área - janeiro e fevereiro de 2023 [recurso eletrônico] / Organizadores Carla Viana Dendasck, [et al.]. – 1.ed. -- São Paulo: CPDT, 2023.

Vários autores

Formato: ePUB

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-85442-01-5

1. Engenharias 2. Atualização de Área 3. I. Dendasck, Carla Viana.

CDD: 330

CDU: 33

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2203

# **EDITORIAL**

## **Diretor-Presidente**

Profa. Dra. Carla Viana Dendasck

## **Organizadores**

Carla Viana Dendasck

Cláudio Alberto Gellis de Mattos Dias

Luciane Farias Ribas

Marinaldo Loures Ferreira

Yusdel Díaz Hernández

## **Mesa Editoria**

André Ricardo Nascimento das Neves

Centro universitário Fametro

Bruno Marcos Nunes Cosmo

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2206

Douglas Refosco

Centro universitário Unisep

Edinei Canuto Paiva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais-IFNMG

Fabiana Florian

Universidade De Araraquara – UNIARA

Gilson Gilmar Holzschuh

Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC

Joana Segatto Scabelo

Faculdade Anhanguera de Serra

Luciane Farias Ribas

Centro Universitário Fametro

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2206

Maico Danúbio Duarte Abreu

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense

Marinaldo Loures Ferreira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

Wagner De Sousa Santos

Universidade Federal de Santa Catarina

Wesley Gomes Feitosa

Centro Universitário do Norte (UNINORTE) e Universidade Luterana do Brasil (ULBRA/CANOAS/RS)

Yusdel Díaz Hernández

Universidad Tecnológica da Habana

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2206

## **Assistentes**

Sara Stefanie de Oliveira

Ayla Beatriz Viana Lino Dendasck

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2206

# SUMÁRIO

## **1. BOAS PRÁTICAS PARA AS EMPRESAS SE ADAPTAREM AO ENVELHECIMENTO DA FORÇA DE TRABALHO**

*Jorge Luiz do Carmo*

## **2. INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL: PERSPECTIVAS E DESAFIOS**

*Sara Stefanie de Oliveira*

## **3. ENERGIA SEGURA, SUSTENTÁVEL E ACESSÍVEL**

*Leandro Jose Barbosa Lima*

## **4. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: SISTEMA OFF GRID COMO GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

*Girlane Castro Costa Leite*

*Gilson Carlos Castro Costa Leite*

## **5. A CONTRIBUIÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NA AGRICULTURA**

*Marinaldo Loures Ferreira*

*Henrique Aparecido de Sousa Martins*

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2209

## **APRESENTAÇÃO**

A ciência e a tecnologia avançam a passos largos, principalmente nos últimos anos. Todos os dias, vários ramos do conhecimento se fundem para criar conhecimentos e habilidades na prática profissional. É por isso que profissionais, professores, alunos, pesquisadores e tecnólogos precisam atualizar continuamente o conhecimento tecnológico e científico em geral e em sua área de atuação em particular.

No caso da engenharia, as inovações em cada área de especialização ocorrem de forma rápida e vertiginosa, o que se reflete em um aumento considerável da produção científica em termos de volume e qualidade. Do exposto pode-se inferir que hoje é inconcebível o desenvolvimento integral da sociedade sem tecnólogos que não pensem em soluções integrais que otimizem custo, benefício, eficiência, eficácia e respeito ao meio ambiente, entre outros aspectos.

Precisamente pensando em contribuir para essas atualizações e no benefício social que implica a importância de tornar gratuito o conhecimento científico para todos, é com grande prazer que a revista Núcleo de Conhecimento oferece a você este e-book com a expressa intenção de que seja do seu agrado e benefício.

Prof. Dr. Yusdel Díaz Hernández

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2211

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/livros/engenharias/engenharias-jan-fev-2023>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/2211



#### **4. ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA: SISTEMA OFF GRID COMO GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

Girlane Castro Costa Leite <sup>1</sup>

Gilson Carlos Castro Costa Leite <sup>2</sup>

DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/livros/1819

### **INTRODUÇÃO**

A agência internacional de energia (IEA), define a geração distribuída como sendo a produção de energia localizada próxima à unidade de consumo, independentemente do tamanho ou da fonte geradora (IEA, 2002). Existem dois tipos de operação referentes à geração distribuída. A primeira é denominada ON GRID, onde a energia elétrica gerada é introduzida diretamente à rede elétrica, não necessitando da utilização de baterias. Além disso, temos o sistema isolado da rede concessionária, denominado OFF GRID (NARUTO, 2017).

Atualmente, é possível perceber o aumento do interesse da sociedade pelos sistemas de geração distribuída, principalmente os que apresentam armazenamento energético. Hoje, a energia solar fotovoltaica é a principal fonte de energia para esses sistemas (NARUTO, 2017), pois apresenta o benefício de ser um tipo de fonte limpa e renovável. Além do mais, é possível citar outras vantagens como longo tempo de vida dos equipamentos, baixo custo operacional e de manutenção, e portabilidade (BRITO e SILVA, 2006).

A energia solar fotovoltaica é um tipo de fonte de energia, dentre os recursos renováveis, que seria mais viável para o Brasil, uma

vez que o governo brasileiro resolveu utilizar energia solar devido às condições hidrológicas do país. Por outro lado, esse tipo de fonte contribui no atendimento ao consumidor por causa da sua localização, onde a radiação solar incidente é superior ao esperado (BRITO e SILVA, 2006). Essa energia permite fazer a conversão direta da luz solar em energia elétrica, através de um dispositivo semicondutor denominado célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotovoltaico (SILVA et al., 2021).

Tal efeito ocorre quando a radiação incide no material semicondutor liberando e movimentando os elétrons, gerando uma diferença de potencial nos extremos do material (TORRES, 2012). O efeito fotovoltaico foi descoberto pelo físico francês Edmond Becquerel, em 1839 (BRITO e SILVA, 2006; SALAMANCA-ÁVILA, 2017; SOARES; NADAE e NASCIMENTO, 2021). Entretanto, a tecnologia fotovoltaica é recente em nossa história, onde a primeira célula solar foi uma de selênio, fabricada em 1941, com eficiência de apenas 1% (CABRAL, 2006).

A conversão de energia solar em energia elétrica ocorre de maneira silenciosa, sem emissão de gases e sem necessidade de um operador para o sistema (TORRES, 2012). É relevante evidenciar que apenas a componente luminosa da energia solar (fótons) é útil para a conversão fotovoltaica. Dessa forma, a componente térmica da energia solar (radiação infravermelha) é utilizada em outras aplicações, como o aquecimento de água ou a geração de energia elétrica através de sistemas termo solares com concentradores (LAMBERTS et al., 2010).

Os sistemas fotovoltaicos já conseguem competir com outras soluções alternativas convencionais de geração de energia, seja ele sozinho ou em associação, principalmente em locais remotos onde a rede elétrica não está disponível, pois são claramente superiores do ponto de vista econômico e ambiental (CASTRO, 2002). A maior demanda dessa energia é encontrada na região Norte e Nordeste, onde os sistemas já são introduzidos como adjuntos para o fornecimento de energia elétrica em postos de saúde, escolas rurais, sistemas de telecomunicação, entre outros (KOLLING et al., 2004).

O tipo de sistema mais comum, encontrado nessas regiões, é a geração solar fotovoltaica utilizando sistemas isolados (autônomos), conhecidos como sistema off grid, que são usados para suprir baixa quantidade de energia disponibilizada (MORAES e BARBOSA, 2015). Enquanto o sistema conectado à rede concessionária (on grid), é de pequena utilização no Brasil, pois apresenta um custo elevado e necessita de regulamentação favorável (MORAES e BARBOSA, 2015).

Nesse sentido, o estudo consistiu em apresentar uma contextualização sobre um sistema fotovoltaico off grid, apontando as classificações e equipamentos necessários para implementação desse tipo de sistema em residências unifamiliares. O estudo foi realizado na Universidade Federal do Maranhão, no município de Codó, no período de 22 de novembro de 2021 até 31 de outubro de 2022.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

O sistema fotovoltaico (SFV) é um conjunto de elementos essenciais para converter energia solar em energia elétrica, com características apropriadas para alimentação de aparelhos elétricos e eletrônicos, tais como lâmpadas, ventiladores, geladeiras e outros (LAMBERTS et al., 2010). O painel fotovoltaico é o principal componente do SFV, podendo ser incluso, dependendo da aplicação, dispositivo para controle, supervisão, armazenamento e condicionamento de energia. Também fazem parte de um SFV a fiação, a estrutura de suporte e a fundação, se necessária (LAMBERTS et al., 2010).

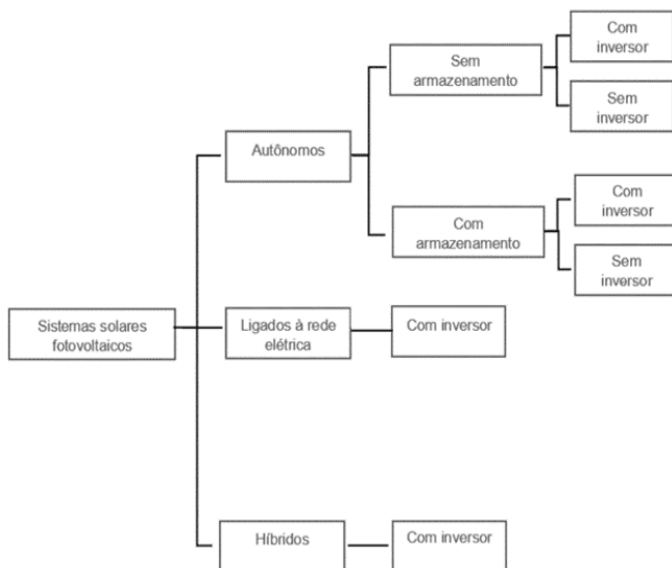
### **CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

O sistema fotovoltaico (SFV) pode ser colocado em qualquer local onde se tenha radiação solar suficiente (DI SOUZA, 2016). Esse tipo de sistema não usa combustível e por ser um dispositivo de estado sólido, requer menor manutenção. Durante seu funcionamento não geram ruídos e muito menos emitem gases tóxicos ou qualquer outro tipo de poluição sonora (DI SOUZA, 2016).

O SFV é classificado em três categorias distintas: sistemas isolados ou autônomos, híbridos e sistemas conectados à rede elétrica (Figura 1) (CÂMARA, 2017). O manuseio de qualquer uma das

categorias depende da aplicação e/ou da disponibilidade de recursos energéticos (PINHO e GALDINO, 2014).

**Figura 1.** Tipos de sistemas solares fotovoltaicos



**Fonte:** Adaptado de Wanderley (2013).

## SISTEMAS OFF GRID

Os sistemas off grid são considerados como sistemas isolados ou não conectados à rede elétrica, ou seja, eles operam de forma anônima armazenando energia solar em baterias para posterior utilização quando não houver produção (ALVES, 2019). Esses sistemas fornecem energia elétrica para famílias e aldeias que estão em regiões isoladas, onde não são atendidos pela rede elétrica da concessionária ou que tenham um abastecimento escasso de eletricidade (WANDERLEY, 2013). Dessa

forma, os habitantes mais afastados das fontes de geração, como por exemplo em fazendas, sítios e zonas rurais, sofrem com a dificuldade de receber energia elétrica, que está associada aos custos elevados de distribuição e transmissão, visto que é essencial uma rede de transmissão de alta tensão para o atendimento desses clientes (ALVES, 2019).

Os sistemas off grid podem ser com ou sem armazenamento elétrico (DI SOUZA, 2016). O primeiro pode ser usado em iluminação pública, em carregamento de baterias de veículos elétricos e em pequenos aparelhos portáteis. Em contrapartida, o segundo apresenta uma maior viabilidade econômica, uma vez que não precisa de instrumentos para armazenamento de energia (SILVA et al., 2021). Nesse sentido, o sistema funciona ou deixa de funcionar por meio de incidência de luz nos painéis.

## **SISTEMAS ON GRID**

São sistemas conectados à rede em que a energia gerada é introduzida diretamente à rede elétrica, onde não há necessidade de banco de baterias (LAMBERTS et al., 2010). Nesse tipo de sistema, o inversor solar tem a atribuição de sincronizar o sistema com a rede de distribuição, além de exercer a função de transformar a corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA) (PEREIRA, 2019).

Nesse contexto, toda a energia remanescente produzida pelo sistema será enviada à rede convencional de distribuição. Assim, o relógio medidor gira no sentido contrário e o que sobra será convertido em créditos para o cliente (PEREIRA, 2019). Além disso, o sistema on

Energia solar fotovoltaica: sistema off grid como geração de energia elétrica

grid depende de regulamentação e legislação favorável, pois utilizam a rede de distribuição das concessionárias (DI SOUZA, 2016).

## **SISTEMAS HÍBRIDOS**

Um sistema fotovoltaico híbrido é aquele que apresenta mais de uma fonte de geração de energia, podendo ser aerogerador, um motorizador a combustível líquido, turbinas eólicas, entre outros (DI SOUZA, 2016). Nesse sentido, esse sistema pode ser bem complexo sendo indispensável o domínio de todas as fontes presentes para que seja possível obter o máximo de eficiência na geração de energia. Ademais, o sistema híbrido exige a utilização de um inversor, podendo ter ou não um sistema de armazenamento de energia (TORRES, 2012).

## **COMPONENTES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF GRID**

Para o funcionamento de um sistema solar fotovoltaico é necessário a instalação de alguns equipamentos auxiliares em conjunto com os módulos. Esses componentes irão servir para o processo de armazenamento e distribuição da energia elétrica gerada, dependendo do tipo de sistema implantado (SILVA et al., 2021). O sistema off grid é composto por painel fotovoltaico, controlador de carga, inversor e banco de baterias utilizadas para o armazenamento e fornecimento da energia elétrica gerada nos períodos em que há radiação solar (TORRES, 2012).

O painel fotovoltaico é o principal elemento do sistema fotovoltaico que é instalado sobre a cobertura de uma residência ou

edifício, cuja função é captar o máximo possível de radiação solar e converter em energia elétrica através das células solares, também conhecidas como células fotovoltaicas (NEOSOLAR, 2015). O silício (Si) é o principal material na produção dessas células e pode ser investigado por diversas formas, tais como: cristalino, policristalino e amorfo (SILVA et al., 2021). É perceptível observar a crescente utilização dos sistemas fotovoltaicos no uso de energias renováveis, dessa forma tem-se promovido pesquisas e estudo de novos materiais para o progresso da tecnologia fotovoltaica (SILVA et al., 2021).

O controlador de carga, também chamado de regulador de carga, tem como principal função controlar e monitorar a carga e/ou descarga do banco de baterias. Além do mais, se bem ajustado, garante a máxima eficiência operacional desse sistema (SILVA et al., 2021). Nesse sentido, a utilização dos controladores de carga para proteção da bateria, se faz necessária para impedir que a bateria sofra sobrecarga de tensão e consiga ser completamente descarregada. Ambas as situações promovem desgaste e, conseqüentemente, uma diminuição da vida útil da bateria, por essa razão devem ser controladas (SILVA et al., 2021).

O inversor é um dispositivo eletrônico, cuja função é transformar a corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), com características adequadas para alimentação de aparelhos elétricos e eletrônicos (TORRES, 2012). Como a energia elétrica na saída dos módulos fotovoltaicos é em corrente contínua (CC), então é inviável a sua operação direta nos equipamentos que precisam de corrente alternada (CA) para funcionar. Dessa maneira, empregam-se os inversores para



solução desse obstáculo, pois estes são capazes de realizar essa conversão de CC para CA (SILVA et al., 2021).

As baterias são responsáveis pelo armazenamento da energia gerada, com a finalidade de sustentar a demanda de energia na ausência de radiação solar, sendo de grande relevância para utilização nos períodos noturnos, pois não há radiação solar nesse período. Existem diversos tipos de baterias, que se diferenciam devido às células manuseadas, as quais intervêm na capacidade de armazenamento (SILVA et al., 2021).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante das informações apresentadas neste estudo, torna-se evidente que o dimensionamento adequado do sistema é um requisito essencial para assegurar a eficácia e a segurança dele. Além disso, a escolha de equipamentos de qualidade e a instalação correta dos componentes são fundamentais para o bom desempenho do sistema.

Ademais, verificou-se um interesse na utilização do sistema solar fotovoltaico off grid, pois ele se mostra como uma fonte de energia limpa e renovável, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a redução da emissão de gases poluentes.

Dessa forma, é possível concluir que a energia solar fotovoltaica off grid é uma alternativa promissora para geração de energia em residências unifamiliares. A utilização desse tipo de energia é um fator essencial para colaborar na redução dos custos com energia elétrica e na independência energética.

Portanto, estudos que englobam essa temática são de grande importância para as residências unifamiliares de baixa renda. Este trabalho teve como limitação a restrição no acesso de artigos publicados de forma não pública.

## INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

<sup>1</sup> Gírlane Castro Costa Leite

Doutora em Física pela Universidade de Brasília (UnB), Professora da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1131-043X>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0000528802857269>.

<sup>2</sup> Gilson Carlos Castro Costa Leite

Graduado em Física pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e Especialista pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0480-6023>. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5223259071805555>.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Marliana de Oliveira Lage. **Energia solar: estudo da geração de energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2019.

BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em eletricidade. **O instalador**, vol. 25, n. 676, 2006.

CABRAL, Cláudia Valéria Távora. **Análise de dimensionamento estocástico e determinístico de sistemas fotovoltaicos isolados**. Tese (Doutorado em Construções rurais e ambiência) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

CÂMARA, Carlos Fernando. **Sistemas Fotovoltaicos Conectados À Rede Elétrica No Brasil**. Monografia (Especialização em Formas Alternativas de Energia) – Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2017.

CASTRO, Rui. **Energias renováveis e Produção Descentralizada – Introdução à energia fotovoltaica**. Lisboa: Secção de Energia do Instituto Superior Técnico, 2002.

DI SOUZA, Ronilson. **Os sistemas de energia solar fotovoltaica**. Bluesol Energia Solar. 2016. Disponível em: <https://programaintegradoronline.com.br/wpcontent/uploads/2016/03/Livro-Digital-de-Introdução-aos-Sistemas-Solares-novo.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Distributed generation in liberalized electricity markets**. Paris: IEA, 2002.

KOLLING, Evandro M.; SOUZA, Samuel de; RICIERI, Reinaldo P.; SAMPAIO, Silvio C.; DALLACORT, Rivanildo. Análise operacional de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água. **Engenharia Agrícola**, vol. 24, p. 527-535, 2004.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Eneid; PEREIRA, Cláudia Donald; BATISTA, Juliana Oliveira. **Casa eficiente: Bioclimatologia e desempenho térmico**. Florianópolis: UFSC/LabEEEE, 2010.

MORAES, Bruno Carlos dos Santos; BARBOSA, Charles Renato Pinto. **Projeto de aquecimento solar térmico–fotovoltaico off grid de piscinas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energia) – Universidade de Brasília. Brasília, 2015.

NARUTO, Denise Tieko. **Vantagens e desvantagens da geração distribuída e estudo de caso de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede elétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017.

NEOSOLAR. **Guia prático: Energia Solar Fotovoltaica**. Neosolar, 2015.

PEREIRA, Narlton Xavier. **Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no Brasil: geração distribuída vs geração centralizada**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual de São Paulo. Sorocaba, 2019.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPTEL, 2014.

SALAMANCA-ÁVILA, Sebastián. Proposta de design para um sistema de energia solar fotovoltaica. Caso de aplicação na cidade de Bogotá. **Revista científica**, n. 30, p. 263-277, 2017.

SILVA, Matheus Segundo da; LANA, Tiago Rocha; SILVA JÚNIOR, José Antônio; TALARICO, Matheus G. Energia solar fotovoltaica: Revisão bibliográfica. **Revista Mythos**, vol. 14, n. 2, p. 51-61, 2021.

SOARES, Allan Barbosa; NADAE, Jeniffer de; NASCIMENTO, Diego Coelho do. Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma instituição de ensino superior no estado do Ceará. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, vol. 10, n. 2, p. 84-104, 2021.

TORRES, Regina Célia. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2012.

WANDERLEY, Augusto César Fialho. **Perspectivas de inserção da energia solar fotovoltaica na geração de energia elétrica no Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Automação e Sistemas) -Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013.