



INTRODUÇÃO

Esta ficha técnica tem como objetivo facilitar a compreensão sobre a **energia solar fotovoltaica**, abordando conceitos básicos e tendências futuras. É destinada aos empresários e gestores das empresas do Polo Gesseiro do Araripe que desejam entender como essa tecnologia pode ser utilizada em benefício de suas empresas.

A energia solar fotovoltaica vem se apresentando como **uma das fontes de energia renovável mais promissoras** neste momento de transição energética para a segurança energética das empresas e do sistema como um todo. Com a crescente busca por energia limpa e redução nos custos, entender essa tecnologia é um diferencial para o desenvolvimento sustentável.

A energia solar fotovoltaica trata-se de uma tecnologia onde **a luz solar é convertida diretamente em eletricidade pelo efeito fotovoltaico**. O processo de conversão é realizado por dispositivos chamados células fotovoltaicas, que são geralmente feitas de materiais semicondutores, como o silício.



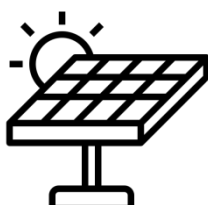
Este efeito fotovoltaico foi descoberto por Edmond Becquerel em 1839 e ao longo dos anos essa tecnologia foi evoluindo de forma significativa, com destaque para as últimas décadas, tornando-se, atualmente, uma tecnologia de uso amplamente difundido e com custos acessíveis.

PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Efeito fotovoltaico: Fenômeno físico onde um material semicondutor gera uma corrente elétrica quando exposto à luz solar.



Células fotovoltaicas: Dispositivos que convertem luz solar em eletricidade.



Módulos fotovoltaicos (placas solares): Conjunto de células fotovoltaicas interconectadas.



Figura 1. Painéis solares na região do Araripe – PE.

Inversor: Dispositivo que converte a corrente contínua (CC) gerada pelos painéis solares em corrente alternada (CA).



Figura 2. Exemplo de inversor.

Diagrama esquemático do sistema fotovoltaico: Os módulos fotovoltaicos produzem a energia elétrica em corrente contínua, a mesma é transformada em corrente alternada pelos inversores e então distribuída para atendimento da carga, ou injetada na rede da concessionária.

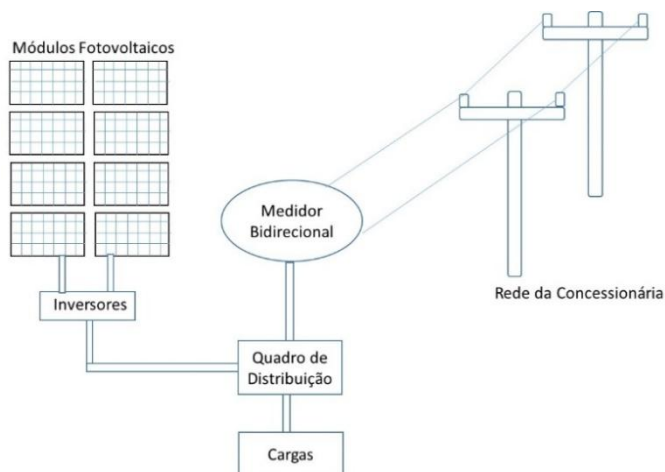


Figura 3. Esquema de um sistema fotovoltaico.

VANTAGENS/DESVANTAGENS

A implementação de um sistema de geração de energia fotovoltaica apresenta para as empresas as seguintes vantagens e desvantagens:

► Vantagens

Economia de custos: Após a amortização do investimento inicial, a energia gerada pelo sistema se transforma em ganhos, pois a empresa não estará mais abatendo o valor do investimento e sua geração será refletida em economia de recursos que seriam pagos à concessionária.

Segurança energética: Ao gerar sua própria energia a empresa garante sua **operação independente** de quaisquer eventualidades que possam ocorrer no sistema de fornecimento de energia.

Custo baixo de manutenção: Os sistemas fotovoltaicos precisam de **pouca manutenção**, sendo necessário o estabelecimento de uma rotina de limpeza dos painéis.

Incentivos fiscais: O Brasil conta também com o **Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica** (ProGD), que busca estimular e ampliar a geração distribuída com fontes renováveis em diversos segmentos, entre eles a indústria.

Queda no preço dos componentes: Uma vantagem a ser considerada é a **queda no custo dos equipamentos** em virtude do aumento na escala de produção, levando a valores bem mais acessíveis em 2024.

Linhas de crédito: Existem **linhas de crédito** que incentivam a adoção e facilitam os investimentos nos sistemas de geração fotovoltaica.

Durabilidade: A durabilidade das placas é garantida com potência máxima em **90% até o décimo segundo ano** e até **80% em 25 anos**. Entretanto, nada impede que, por meio da boa manutenção, o equipamento seja utilizado por mais tempo.

► Desvantagens

Investimento inicial alto: Apesar da queda nos custos, os investimentos iniciais para a implementação de um sistema de geração solar fotovoltaico para uma indústria do polo gesseiro ainda representa um valor considerável.

Intermitência: A geração de energia depende da **disponibilidade de luz solar**, variando com o clima e a hora do dia.

Armazenamento de energia: O sistema de armazenamento possui um elevado custo, tornando o investimento mais alto quando se pensa nesta modalidade.

Espaço: A instalação do sistema requer a **disponibilidade de uma área** para a instalação dos painéis.

TIPOS DE SISTEMAS

As indústrias podem adotar tipos diferentes de sistemas fotovoltaicos de acordo com suas necessidades. A escolha do tipo se baseia em diferentes parâmetros tais como: **perfil de consumo, disponibilidade de espaço e questões financeiras e de regulamentação**.

Sistemas tipo “On Grid” – Este sistema é conectado com a rede através de um medidor bidirecional que **tanto mede a energia consumida da concessionária pela empresa, como a energia injetada pela empresa na rede**. A energia gerada pelo sistema de placas solares, após ser convertida pelo inversor, é destinada a atender a demanda de energia da instalação. Em caso desta energia gerada exceder a necessidade de consumo, ela é então exportada para a rede da concessionária.

Sistemas tipo “Off Grid” – Este sistema é independente da rede da concessionária, sendo utilizado em casos onde **a conexão à rede não é viável, ou em instalações onde se tem uma parte da carga ligada diretamente a esta fonte energética**. Este sistema necessita de **controlador de carga e baterias** para armazenamento da energia gerada e não

consumida de forma instantânea. Além disso, possui um valor de **investimento mais elevado** e requer uma **maior manutenção** em virtude das baterias.

Sistemas tipo “**Híbridos**” – Este sistema é uma **junção dos dois sistemas anteriores**, onde a instalação industrial possui um sistema conectado à rede das concessionárias e, ao mesmo tempo, a um banco de baterias.

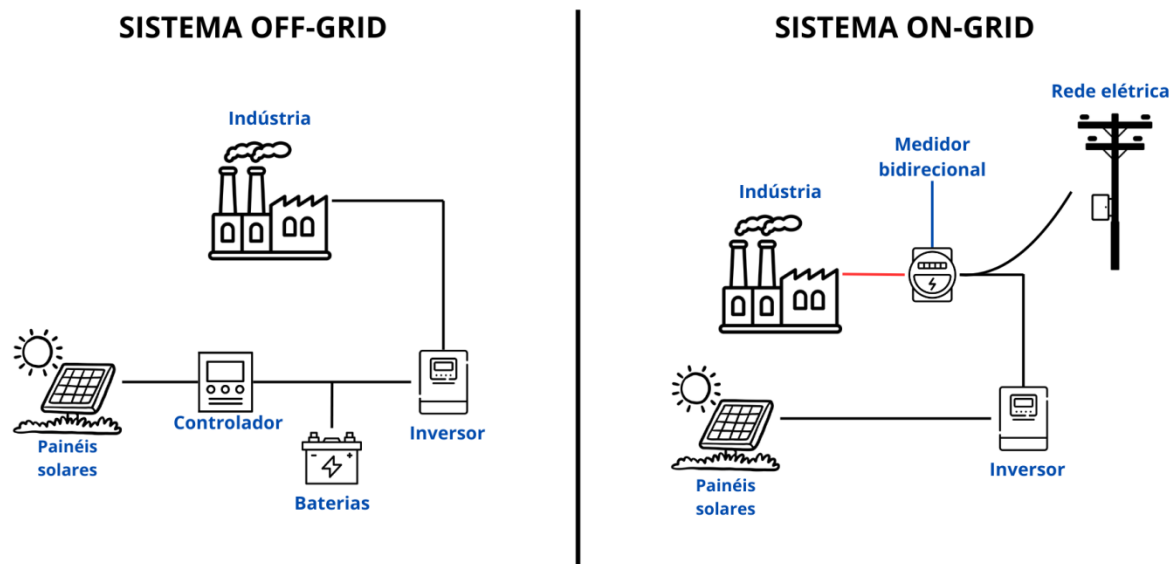


Figura 4. Diagramas de sistemas On e Off Grid.

CASO EXEMPLO

A seguir é apresentado um exemplo de um projeto de instalação de geração solar fotovoltaica para uma unidade consumidora de alta tensão Grupo A.

O sistema de energia solar proposto conta com 522 módulos solares de 540 Wp cada e 5 inversores, sendo 2 de 75 kVA e 3 de 30 kVA. A potência total instalada é de 281,88 kWp, considerando-se a variação.

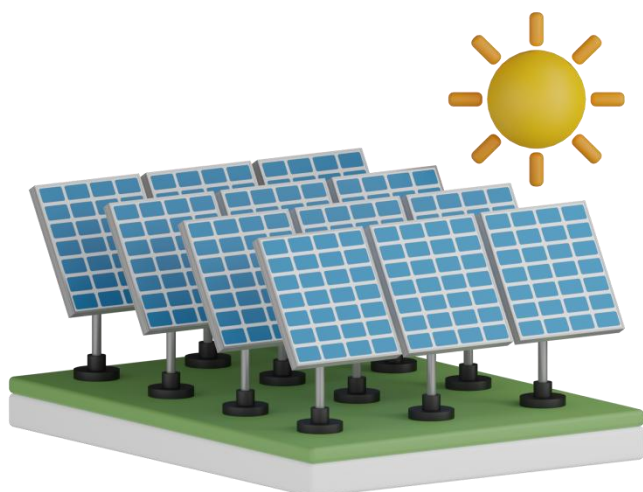
O investimento total nos equipamentos e os custos de instalação foi orçado em R\$ 740.000,00.

Tabela 1. Dados referentes a uma instalação de geração solar fotovoltaica.

Mês	Consumo (kWh)	Produção solar (kWh)	Custos sem geração fotovoltaica (R\$)	Custos com geração fotovoltaica (R\$)	Redução de custos (R\$)	% de redução
jan	50.390	34.469	40.062	12.658	27.404	68,4
fev	44.740	30.013	35.362	11.640	23.722	67,1
mar	47.388	31.817	37.522	12.329	25.193	67,1
abr	40.288	23.379	31.629	13.274	18.354	58,0
mai	39.725	23.052	31.862	13.372	18.490	58,0
jun	33.834	18.306	27.222	12.493	14.729	54,1
jul	34.984	22.971	28.230	9.694	18.536	65,7
ago	42.652	24.439	34.795	14.858	19.937	57,3
set	42.452	24.372	33.937	14.453	19.483	57,4
out	41.611	29.004	33.249	10.074	23.175	69,7
nov	48.801	30.096	38.594	14.792	23.802	61,7
dez	45.656	32.948	36.069	10.039	26.030	72,2
Total	512.518	324.865	408.531	149.678	258.854	-
Média	42.710	27.072	34.044	12.473	21.571	63,1

► Resultados

Custo total anual de energia (R\$)	408.531
Economia (R\$/ano)	258.854
Prazo de retorno (ano)	2.9
Custo total anual de energia abatendo a geração solar (R\$)	149.678
Investimento (R\$)	740.000



► Recomendação

O uso da energia solar fotovoltaica representa uma oportunidade significativa para as indústrias do Polo Gesseiro do Araripe na adoção de medidas de redução de custos, sustentabilidade e segurança energética. A alta incidência solar da região, aliada às necessidades das empresas, torna a energia solar uma solução atrativa e com bom retorno econômico.



APL GESSO ARARIPE - PE

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Este informe técnico faz parte do conjunto de materiais de disseminação tecnológica do Projeto “Eficiência Energética nos Arranjos Produtivos Locais (APL) na Produção de Gesso na Região do Araripe-PE”, a cargo do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), e sob encomenda do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O Projeto é voltado para apoio ao polo produtor de gesso e busca promover o Uso Eficiente de Energia e a implementação de Fontes Renováveis de Energia, em particular de lenha sustentável e de energia solar fotovoltaica, dentre outros temas de interesse das empresas. O objetivo geral é fomentar maior produtividade no setor, além de proporcionar sustentabilidade no seu sentido mais amplo.

No site do Instituto Nacional de Tecnologia é possível ter acesso a outros materiais sobre diversos temas dedicados ao setor gesseiro, tais como: uso de lenha picada, consumo específico de energia, mercado livre de energia, entre outros.

Acesse: <https://www.gov.br/int/pt-br/central-de-conteudos/apl-gesso>

Elaborado por:

Instituto Nacional de Tecnologia (INT) -<https://www.gov.br/int/pt-br>

Laboratório de Energia (LABEN) – Divisão de Avaliações e Processos Industriais (DIAPI)

Contatos: augusto.rodrigues@int.gov.br / mauricio.henriques@int.gov.br

A reprodução total ou parcial deste material é permitida desde que mencionada a autoria do INT.

Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Energia solar fotovoltaica. Coleção Boas Práticas e Tecnologias na Produção de Gesso, N° 06. Projeto APL Produção de Gesso na Região do Araripe-PE. Rio de Janeiro, 2024.

Parceria:



Realização:

