Estudo de energia utilizando células fotovoltaicas

Luana Oliveira LIMA[1], Andriele de Pra CARVALHO[2]

[1]Departamento Acadêmico de Engenharias
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná – Brasil

[2]Departamento Acadêmico de Humanidades
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Francisco Beltrão
Francisco Beltrão – Paraná - Brasil

E-mails: luanaoliveiralima@alunos.utfpr.edu.br, andrieled@utfpr.edu.br

Resumo: *O artigo consiste em contextualizar a geração de energia elétrica através de células fotovoltaicas. A célula solar, ou célula fotovoltaicas é um dispositivo elétrico responsável por converter a energia da luz do sol diretamente em energia elétrica por meio do efeito fotovoltaico. Para isso células são produzidas a partir de materiais semicondutores. A maior parte das grandes usinas fotovoltaicas e dos projetos de geração de energia distribuída instalados em residências e empresas no Brasil utiliza módulos fotovoltaicos com células de silício cristalino, em especial a do tipo policristalino. Em análise, avalia-se os próprios sistemas fotovoltaicos, e o potencial brasileiro referente aos preços e tarifas de energia elétrica e em razão das altas emissões de dióxido de carbono, que gera grande impacto socioambiental no planeta. A eficiência de uma célula fotovoltaica é o percentual de energia elétrica útil que é capaz de produzir a partir da energia solar que incide sobre ela. O cálculo de eficiência de células fotovoltaicas é feito em teste de laboratório com condições padronizadas que permitem a comparação entre os diferentes modelos de energia. Faz-se necessário, neste contexto, a utilização de tecnologias para o benefício da sociedade, tal como a energia através de células fotovoltaicas.*

Palavras-chave*:* *Células Fotovoltaicas; Energia elétrica; Custo-benefício; Eficiência solar*

INTRODUÇÃO

As células fotovoltaicas funcionam a partir do efeito fotovoltaico, fenômeno constatado pela primeira vez (1839), na França, pelo físico Alexandre Edmond Becquerel, que fazia experimentos com uma bateria composta por elétrodos de platina e cobre oxidado e imersa em solução eletrolítica ácida. Devido as suas semelhanças, o efeito fotovoltaico é comumente confundido com o efeito fotoelétrico, mas trata-se de processos diferentes, embora ambos sejam originados a partir dos fótons de luz presentes nas ondas eletromagnéticas da energia luminosa do sol.

Na atualidade a radiação solar é uma das mais importantes fontes de energia renovável, sobretudo na região espectral da luz infravermelha e visível, podendo ser convertida diretamente em calor. No entanto, em sua forma original, os materiais semicondutores tendem a permanecer neutros, pois os elétrons ejetados de um átomo são prontamente absorvidos por outro, o que é chamado de efeito de recombinação.

Dessa forma, para a fabricação de uma célula solar fotovoltaica de silício, o semicondutor é misturado com outros elementos químicos que modificam a sua estrutura original. Esse processo é chamado de dopagem. Com o uso de diferentes elementos é possível criar dois tipos distintos do mesmo material semicondutor, um dos átomos negativamente carregados (com excesso de elétrons) chamados Tipo-N, e outros (com falta de elétrons) chamados Tipo-P, para receberem e fótons de luz, os elétrons da camada negativa migram para a positiva, criando a corrente elétrica, que é chamada de energia fotovoltaica.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Células fotovoltaicas de silício cristalino;

O tipo de célula fotovoltaica mais comum utiliza em sua fabricação o silício cristalino (C-Si), também conhecido como silício de grau solar. O silício é o segundo elemento mais abundante na natureza, mas se apresenta na maior parte misturado a outros elementos. Sua maior concentração natural esta no quartzo, material que é processado para obter o silício purificado utilizado na fabricação de células fotovoltaicas.

Dessa forma, é possível termos geração elétrica pela fonte de energia solar mesmo em dias nublados ou chuvosos, embora a quantidade de luz recebida pela placa esteja diretamente ligada à sua produção.

Uma placa solar fotovoltaica é composta de várias células fotovoltaicas, unidade básica de geração da tecnologia e à qual é feita de um material semicondutor.

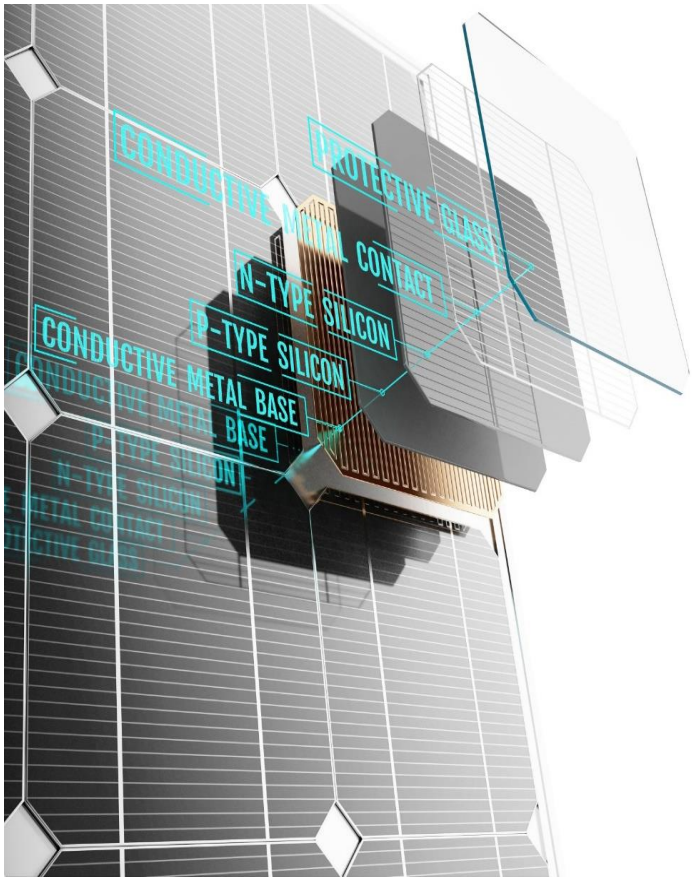
Esse crescimento acelerado é reflexo das inúmeras vantagens e benefícios que a tecnologia traz, sendo ela através da queda de valores em relação a energia, dentre outras vantagens da utilização da mesma. Essa tecnologia remonta aos anos 50 e foi desenvolvida pela empresa BellLaboratories, sendo depois utilizada em satélites espaciais nos anos 60.

As placas solares, junto com outros equipamentos, compõem os chamados sistemas fotovoltaicos, que hoje já abastecem milhões de estabelecimentos no mundo apenas com a energia do sol.

Entre todas as tecnologias para geração de energia renovável, a solar fotovoltaica é disparada a que mais cresceu nos últimos anos, com novos 94 Gigawatts (GW) instalados em 2018, segundo os dados da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA, na sigla em inglês). instalada, sendo 486 Gigawatts mundiais, atrás apenas da fonte hídrica (1.172 GW) e eólica (564 GW).

Como resultado, hoje a energia solar já ocupa a terceira posição entre as fontes renováveis com maior capacidade aos consumidores, sendo a economia de até 95% na conta de luz a maior delas.

Figura 1 - Célula solar, unidade básica de geração na tecnologia fotovoltaica



Fonte: BlueSol(2021) unidade básica de geração de energia (2021)

Quando os fótons atingem a célula, eles reagem com os átomos de silício dopado e fazem com que os elétrons do lado negativo se desprendam. Esses elétrons não conseguem passar diretamente para o lado positivo, e vice-versa, devido a um campo elétrico que se cria nessa área de junção.

Assim, o único caminho para eles é através da fina grade que une as camadas e que cria a corrente elétrica que chamamos de energia solar fotovoltaica. Vemos, então, que o funcionamento de uma célula solar está diretamente ligado a quantidade de luz que chega até ela, mas nem toda a luz incidente é transformada em energia.

Isso acontece porque fótons possuem diferentes cargas de energia e apenas aqueles com cargas adequadas conseguem liberar os elétrons do semicondutor. Fótons com energia excedente ou inferior à necessária somam mais de 50% da luz que incide sobre uma célula fotovoltaica. Somando-se a outras perdas, como as provocadas por sombreamento dos contatos frontais e resistência em série, o percentual de luz aproveitado por uma célula solar.

METODOLOGIA

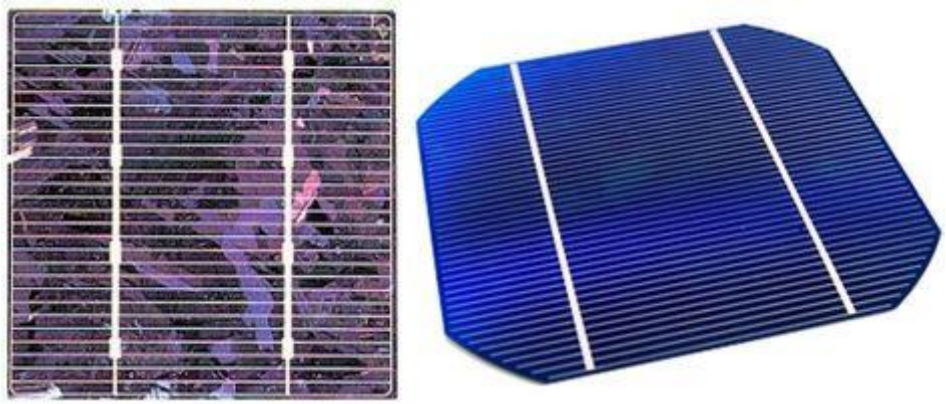
Células de silício são desenvolvidas desde os anos 50, quando sua eficiência era de apenas 6%, mas após anos de evolução nas técnicas de produção hoje superam as demais e dominam o mercado.

A maioria das grandes e micros usinas fotovoltaicas em funcionamento hoje no mundo utilizam painéis solares com células de silício cristalizado, principalmente do tipo policristalino. A areia e o quartzo são as formas mais abundantes na natureza para extração do silício, que precisa passar por complexos e processos de purificação. São dois tipos de células de silício cristalizado:

Silício Monocristalino (m-Si)

Feitas com uma forma mais pura do silício, as células monocristalinas possuem a maior eficiência na conversão elétrica das células fotovoltaicas onerosos, entre 15% e 18%, porém são mais caras devido aos processos necessários para extração do cristal puro de silício.

Figura 2 - *Células Fotovoltaicas de silício cristalizado – fonte: GreenPro/Suniva (www.suniva.com)*



Fonte: GreenPro/Suniva (www.suniva.com)(2018)

Silício Policristalino (p-Si)

Compostas, entre outros, por sulfato de Cádmio (CdS), células de CdTe possuem boa eficiência, até 16%, por utilizarem uma forma menos pura do silício, as células policristalinas são mais baratas, mas apresentam um grau de eficiência menor que as células monocristalinas, entre 13% e 15%.

Células Fotovoltaicas de Silício Policristalino

Isso garante uma alta eficiência na conversão elétrica, chegando a 20% em testes laboratoriais, porém sua baixa vida útil e degradação ao contato com umidade ainda são desafios a superar para a sua aplicação comercial. É importante não confundir a eficiência das células solares fotovoltaicas com a eficiência das placas solares que compõem um sistema fotovoltaico.

Placa solar (Painel Solar)

Uma única célula solar, obviamente, não consegue gerar as grandes quantidades de energia consumidas em uma casa ou empresa. Por isso é necessário conectar várias delas juntas para que se consiga alcançar maiores potências, o que é feito através das placas solares.

Uma placa solar, conhecida tecnicamente como módulo fotovoltaico, é um agrupamento de células fotovoltaicas ligadas em série e encapsuladas em várias camadas de proteção.

Figura 3 - Uma placa solar (módulo fotovoltaico)

Fonte: GreenPro/Suniva (www.suniva.com) (2014)

O processo de montagem do módulo fotovoltaico pode ser feito de maneira automática, através de maquinário especializado, ou por manufatura, porém sem uma alta produção em escala.

São várias camadas de proteção e isolamento necessárias para se encapsular um conjunto de células e que formam a estrutura de uma placa de energia solar, sendo:

Uma lâmina de vidro temperado;

Um material orgânico, como o EVA (etileno-vinil-acetato);

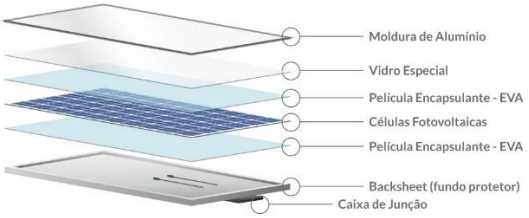
As células conectadas;

Mais uma lâmina de EVA (ou similar);

Uma cobertura, que pode ser vidro, tedlar, PVC, ou outros polímeros.

Por fim o conjunto será emoldurado (utilizando geralmente alumínio anodizado) e serão inseridas as caixas de conexão (cabos e conectores) para a ligação em série. Veja a composição de uma placa solar fotovoltaica na imagem abaixo:

Figura 4 - Uma placa solar (módulo fotovoltaico)



Fonte: Estudo de Placas Solares (2020)

A composição de uma placa solar fotovoltaica, bluesol(2012)

As placas solares fotovoltaicas passam por vários testes mecânicos, como:

Variação de temperatura entre -40°C até + 85°C;

Testes de isolamento sob umidade e congelamento;

Carga mecânica, resistência a granizo e torções;

Resistência de terminais etc.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Gerar a própria energia solar tem as suas vantagens e desvantagens, embora nesse caso as vantagens sejam muito superiores aos contras. A maior vantagem da tecnologia para o consumidor, disparado, é a economia obtida na conta de luz após a instalação de um micro ou minigerador. Um sistema solar fotovoltaico pode alimentar até 100% da energia consumida e, com isso, trazer para o seu consumidor uma economia de até 95% na conta de luz.

Economia na conta de luz: a maior vantagem da energia solar

Podemos ainda listar:

1) Rápido Retorno do Investimento

A aquisição de um sistema de energia solar representa um investimento que volta ao cliente na forma da economia obtida na conta de luz.

Um recente levantamento feito sobre esse **tempo de retorno, conhecido como payback**, mostra que, para instalações residenciais, esse prazo hoje fica entre 3 e 5 anos, dependendo da região.

2) Longa Vida Útil da Tecnologia

Em contrapartida, os equipamentos dos sistemas fotovoltaicos possuem uma vida útil de geração de, pelo menos, 25 anos para os módulos e de 15 ou mais para os inversores, prazo muito acima do playback.

3) Pouca Manutenção

Sistemas fotovoltaicos demandam pouca manutenção, sendo a limpeza dos módulos a mais necessária, porém apenas em lugares muito secos e com acúmulo de poeira.

A manutenção elétrica também é necessária, porém feita apenas uma ou duas vezes por ano, e garante a longa vida útil do sistema.

4) Resistência a Intempéries

Por ficarem expostas sobre os telhados e sujeitas às condições climáticas, as placas solares são fabricadas com as mais altas medidas de segurança, evitando danos ou riscos para o sistema e o imóvel.

Quanto às desvantagens, a maior objeção é com relação a compra da tecnologia, que se encontra inacessível para algumas camadas da população que não tem conhecimento sobre;

linhas de financiamento de energia solar a baixo custo.

É muito comum ouvir que a instalação de sistemas de energia solar fotovoltaica no Brasil é cara, quando ainda não se encontra formas de obtê-la.

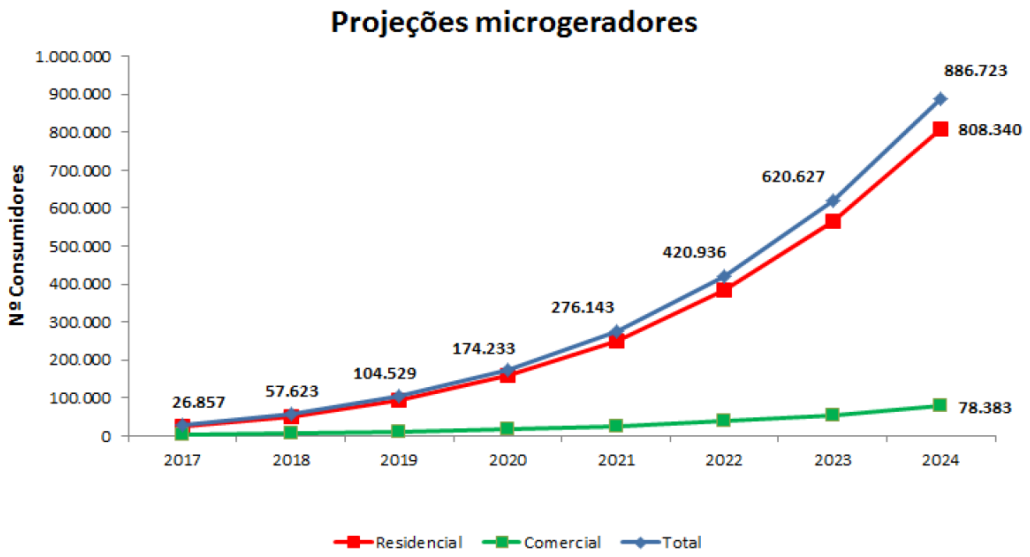
Isso ocasiona um certo descontentamento e frustração por parte daqueles que desejam não só economizar bastante dinheiro com a instalação de um sistema, também, participar desse movimento de empoderamento e revolução energética.

Para todos que acompanham o movimento acerca das fontes renováveis e da energia solar no Brasil, e se encontram nessa situação, é preciso saber comparar e observar o trajeto de novas tecnologias em seus processos de amadurecimento e massificação.

Normalmente, o crescimento de tecnologias com alto potencial de impacto social se dá paulatinamente e de forma gradual, penetrando primeiro em algumas camadas da sociedade, que abrem caminho para outras.

Mais importante, porém, do que o número absoluto, é a tendência clara de um crescimento acelerado da **energia solar no Brasil** evidenciado no gráfico abaixo, segundo dados oficiais.

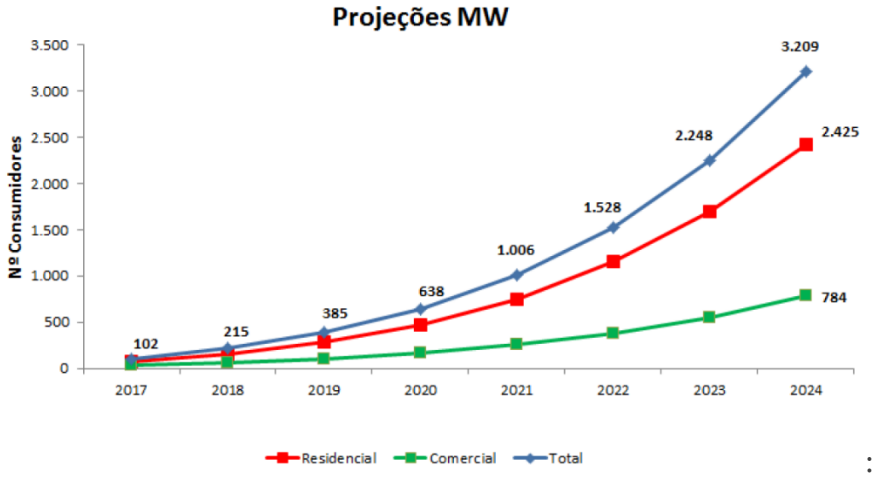
Figura 6- Projeções microgeradores



Fonte: Bluesol (2017)

Se a projeção se concretizar, logo em 2020 o Brasil terá cerca de 174 mil sistemas fotovoltaicos instalados, representando cerca de 0,21% do total de unidades consumidoras brasileiras passíveis de se adquirir sistemas em geração distribuída. Já em 2024, a projeção é de 886.700 sistemas fotovoltaicos.

Seguindo nessa tendência, a ANEEL preparou um gráfico com base na projeção anterior, estimando a quantidade de sistemas fotovoltaicos que serão instalados em três modalidades de unidades consumidoras: residencial, comercial e outros (rural, industrial, iluminação pública, serviço público).



Fonte: Bluesol (2017)

Do mesmo modo ao que temos hoje, a maioria dos sistemas serão instalados em unidades residenciais, cerca de 91% do total nacional contra somente 9% de sistemas comerciais em números absolutos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia solar constitui-se em opção promissora para complementar a geração de hidroeletricidade. Os sistemas fotovoltaicos podem gerar energia elétrica em qualquer espaço onde for possível instalar um painel fotovoltaico. Dessa forma, telhados e fachadas de prédios e residências podem gerar eletricidade em áreas urbanas, e usinas de eletricidade podem ser construídas próximas ou distantes dos centros de consumo. As condições climáticas e o espaço territorial brasileiro são extremamente favoráveis para o emprego da energia solar.

Dessa forma, quanto maior for a eficiência de uma célula solar fotovoltaica, mais energia ela será capaz de gerar.

Uma fonte limpa

Nenhuma emissão de gases de efeito estufa é liberada na atmosfera quando você usa painéis solares para gerar eletricidade. Como o sol fornece mais energia do que jamais precisaremos, a eletricidade da energia solar é uma fonte de energia muito importante na mudança para a produção de energia limpa.

Sem combustível para queimar

Após a instalação dos painéis solares, os custos operacionais são bastante baixos em comparação com outras formas de geração de energia. O combustível não é necessário, e isso significa que a energia solar pode criar grandes quantidades de eletricidade sem a incerteza e a despesa de garantir o fornecimento de combustível.

Energia solar e meio ambiente

Como uma fonte de energia renovável livre de CO2, o impacto ambiental da energia solar é significativamente menor do que outros métodos de geração de energia. O impacto está principalmente relacionado à produção e fornecimento de materiais e metais especiais necessários para produzir painéis solares.

REFERÊNCIAS

ANEEL – *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Resolução Normativa 486, São Paulo 17 de abril de (2012) Disponível em https://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html

BEN - *BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL*, Rio de Janeiro (2013) Disponível em https://www.portalsolar.com.br/celula-fotovoltaica.html

EPE - *Empresa de Pesquisa Energética.* MME –Ministério de Minas e Energia. São Paulo (2014)

GRADELLA, V. MARCELO, energia solar fotovoltaica. Brasil, (2015) Disponível em https://www.crasp.gov.br/centro/conteudo/old/uploads/Artigo-Perspectivas-para-a-energia-solar-no-Brasil.pdf