

PLACAS SOLARES: Forma de economia e sustentabilidade nas residências brasileiras

Nauanata Graciela Inacio de Oliveira¹; Malani Helena do Amaral^{2,6} Ana Luisa Correa Bertoche^{3,6}; Jéssica Rodrigues Alves^{4,6}; Lennon Gomes^{5,6*}

¹ Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS; ²Engenheira Civil – FITL/AEMS; Esp. em Gestão da Produção e Logística Empresarial – UCAM; ³Arquiteta e Urbanista – Universidade Santa Ursula; Esp. em Planejamento Urbano e Regional pelo IPPUR – UFRJ; ⁴Arquiteta e Urbanista – Unisalesiano, pós-graduanda em Espaço Litúrgico, Arquitetura e Arte Sacra – Unisa; ⁵Arquiteto e Urbanista – UNOESTE, Mestre em Geografia – UFMS; ⁶ Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

O Brasil é um dos países com maior potencial energético solar do mundo e mesmo assim a utilização de placas solares para a geração de energia elétrica é tão pouco aproveitada no território. Conhecer o funcionamento dessas placas solares pode promover resultados importantes para o desenvolvimento de energia solar do país, já que além de colaborar com a sustentabilidade na produção de energia para o planeta, pode se descobrir uma forma de economizar nas contas de energia tanto nas empresas quanto nas residências. Através de análises, foi possível conhecer um pouco mais de alguns sistemas que estão disponíveis no mercado, seu custo, manutenção, retorno financeiro, entre outros fatores, que podem fazer a diferença na hora de escolher investir um valor tão alto em algo que pode trazer muitos benefícios para a economia pessoal do usuário, como também saber que com um incentivo maior do nosso governo, seria possível investir ainda mais nessa tecnologia, colaborando pra aumentar economia do país, preservar o meio ambiente e promover melhor qualidade de vida para toda a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: energia elétrica; placas solares; sustentabilidade; economia.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca analisar a viabilidade econômica da instalação de placas solares nas residências, a curto, médio e longo prazo, de modo a contribuir com a economia e sustentabilidade que essas instalações oferecem.

As fontes de energia são a base para o desenvolvimento de uma sociedade, e é através delas que muitos processos e ações do nosso dia a dia são realizados. No Brasil, segundo o Balanço Energético Nacional (BEN 2020), as cinco principais fontes de energia elétrica são: hidrelétrica, correspondente a 64,9% da matriz elétrica nacional; termoelétrica, 23%; eólica, 8,6%; nuclear, cerca de 2,5%; e solar,

representando apenas 1% desta matriz, como mostra na Figura 1. Entre essas cinco fontes de energia elétrica, três delas, as hidrelétricas, termoelétricas e nucleares, são as que mais geram impactos negativos ao meio ambiente.

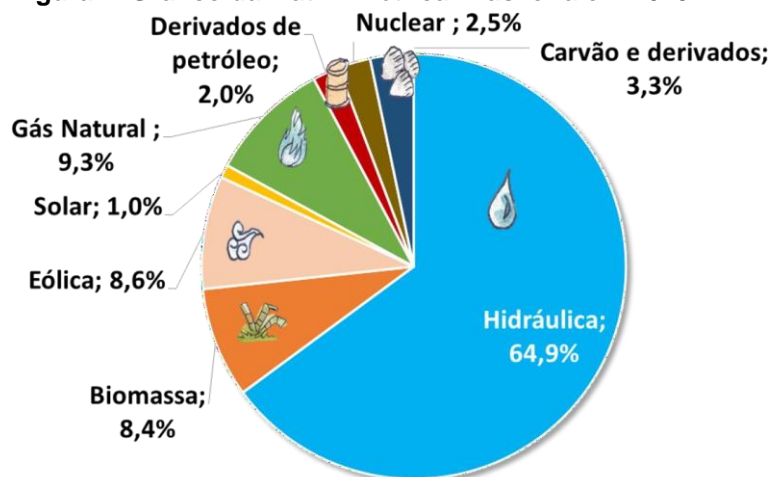
As usinas hidrelétricas utilizam a força da água para produzir energia. A partir da construção de barragens em rios, a água represada é captada e conduzida por tubulação até turbinas e geradores, que transformam a pressão desta água em movimento em energia elétrica. Esse processo gera impactos por alterar o curso dos rios, como grandes áreas de alagamentos, e desmatamentos realizados para a construção das usinas.

No caso das termoelétricas, a

energia é gerada pelo aquecimento da água, produzindo o vapor que faz grandes turbinas girarem, alimentando os geradores. Esse aquecimento da água é feito pela queima de combus-

tíveis biomassa, fontes de energia renovável ou combustíveis fósseis finitos (fontes de energia não renovável), que gera enorme poluição pela liberação de CO₂ na atmosfera.

Figura 1. Gráfico da Matriz Elétrica Brasileira em 2019.



Fonte: Extraído de Ben, 2020.

Já as usinas nucleares utilizam a queima de elementos radioativos, principalmente o urânio, para geração de energia; o que gera grande quantidade de lixo radioativo, oferecendo riscos ao meio ambiente e à população que está próxima aos locais usados para armazenamento e descarte desse lixo.

As outras duas fontes, eólica e solar, são consideradas totalmente limpas e renováveis, já que seus recursos, o sol e os ventos, não se esgotam. A produção de energia eólica acontece a partir de parques eólicos, com grandes turbinas que giram impulsionadas pelo vento, ligadas à geradores que convertem esses movimentos em energia elétrica. Sua principal desvantagem é o intervalo dessa fonte de energia, porém sempre termos uma constância da quantidade de vento necessária para a geração da energia, o que faz com que ela seja considerada uma fonte de energia complementar. Já a produção da energia solar, acontece através de placas solares que captam a luz do sol convertendo-a em eletricidade (em sistemas de energia solar fotovoltaica e

energia heliotérmica) ou aquecimento de líquidos (energia solar térmica).

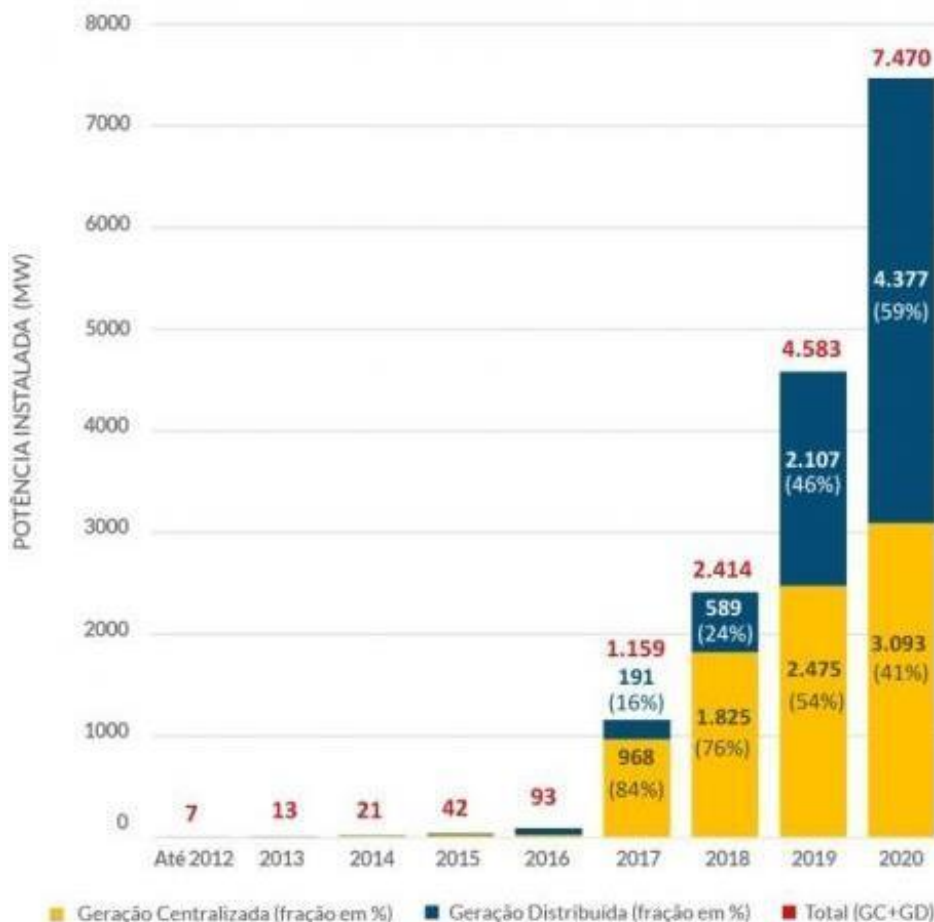
No mundo, muitos países buscam diminuir a emissão de CO₂ (gás carbônico), através de investimento em pesquisa de tecnologia para desenvolvimento de energias renováveis. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2016) para as energias renováveis, os 5 líderes mundiais na produção de energia solar fotovoltaica são: em primeiro lugar, a China, seguida por Japão, Estados Unidos da América, Alemanha e Índia.

Entre eles, a Alemanha, mesmo sendo um país com baixa insolação, se destaca quando o assunto é energia solar. Em 2019, o país conseguiu que, em média, 46% de toda a energia produzida no país fosse solar, segundo o Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energia Solar (ISE). Como a energia solar fotovoltaica também é produzida a partir da radiação solar difusa, torna-se viável mesmo em dias nublados e chuvosos. Segundo Souza (2009), o governo alemão começou a incentivar esse sistema de energia renovável a

partir da crise do petróleo, na década de 1970, o que provocou alterações no desenvolvimento energético do país, pela sua independência por fontes

convencionais de energia. Assim, o uso de energia solar alavancou o país, transformando a Alemanha em umas das referências mundiais neste setor.

Gráfico 1. Evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil.



Fonte: ANEEL/ABSOLAR (2021, p.01)

Em contraste, o Brasil se encontra na 16ª posição deste ranking (IEA, 2016) apesar de ser um dos países com maior potencial solar do mundo. Tendo mais incidência de raios solares, tem grande quantidade de energia sustentável disponível para ser captada, que parece não ser aproveitada como deveria.

Em 1996, pela lei 2427/96, criou-se a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para determinar normas sobre a utilização de energia elétrica no Brasil, sendo responsável pela regulamentação e fiscalização de qualquer produção, transmissão, distribuição e comercialização do insumo.

Em 2012, a ANEEL apresentou a

Resolução Normativa 482 (RN482) que deu permissão ao cidadão para gerar sua própria energia, e determinou que as concessionárias criassem mecanismos capazes de trocar a produção excedente, gerada pelo equipamento de energia solar, por benefícios na conta de luz. Esse excedente, quando não armazenado, pode ser injetado diretamente à rede de distribuição de energia elétrica, e os créditos energéticos podem ser utilizados quando necessário pelo usuário, no tempo máximo de três anos. Em 2015, esse tempo permitido para utilização dos créditos foi modificado para até cinco anos, através da RN 687. Mas, só a partir de 2016, de acordo com

o Gráfico da Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil, que a energia solar fotovoltaica realmente começou a ganhar reconhecimento e a crescer no país (Gráfico 1).

Em 2018, a legislação brasileira cria a Política Nacional de Energia Solar Fotovoltaica (PRONASOLAR), um programa com o objetivo de aumentar a utilização de fontes de energia renováveis no país, principalmente através de placas solares. Seu objetivo era incentivar os proprietários de residências, indústrias e comércios a contribuir com a sustentabilidade e preservação do meio ambiente, instalando sistemas de geração de energia solar, possibilitando fácil acesso a créditos e boas condições de juros e pagamentos com as concessionárias, tendo como meta a expansão desse setor em todo o território nacional nos próximos anos.

Através do conhecimento da legislação e de como funciona esse tipo de sistema de geração de energia no Brasil, é possível entender qual o melhor modo de investir neste setor e quais benefícios podem ser usufruídos. Além de colaborar com a economia e sustentabilidade do país, ao gerar energia limpa e reduzir o impacto ambiental causado nos meios convencionais para a produção de energia elétrica, oferece melhor qualidade de vida para todos a nossa volta. Assim, o presente trabalho busca analisar a viabilidade econômica e sustentável das instalações de placas solares nas residências, baseada na metodologia de revisões bibliográficas, para levantamento de informações, comparação de dados e análises de documentos. Artigos e ideias de autores como Fadigas(1993) e Furquim (2020) foram usados como fonte de pesquisa e referência, assim como outras publicações digitais, manuais e trabalhos acadêmicos.

2 TIPOS DE ENERGIA SOLAR

2.1 Energia solar térmica

A energia solar térmica é uma forma de utilizar a energia proveniente do sol como calor, existindo diversas aplicações para esse tipo de energia, desde para o aquecimento de água para uso doméstico e em piscinas, até em grandes usinas, concentrando esse calor em uma torre, gerando vapor e, assim, produzindo energia.

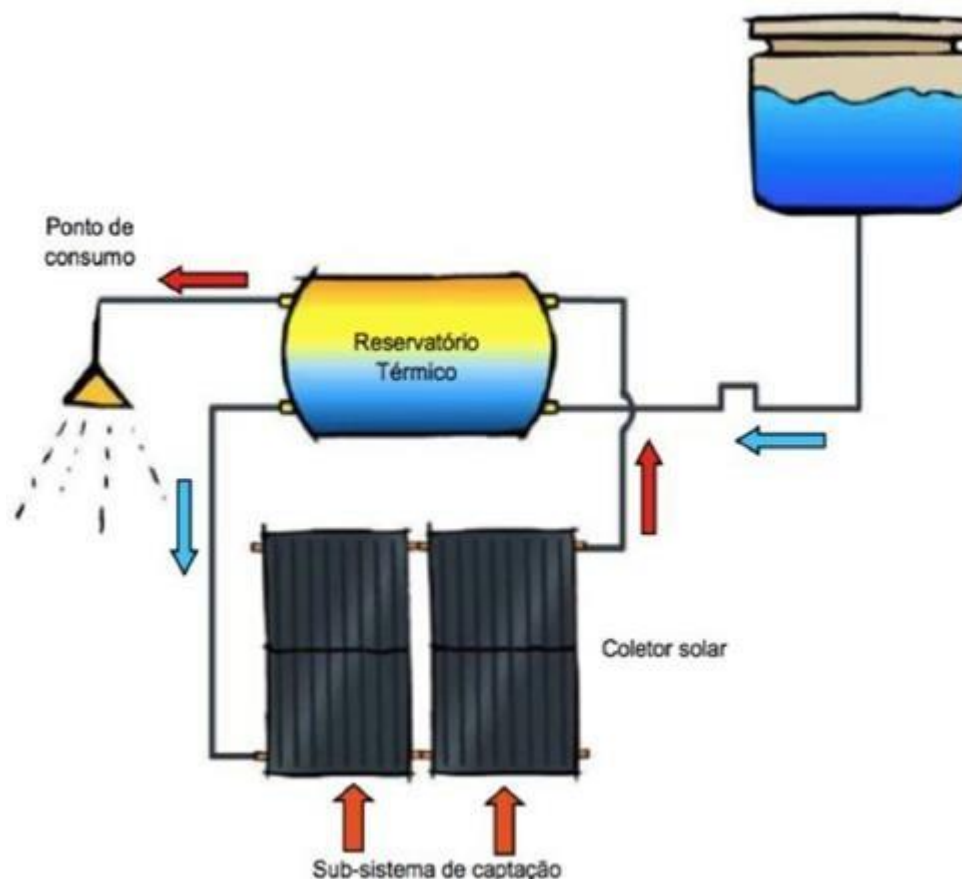
São chamados de coletores solares, os sistemas que absorvem a energia solar como temperatura, e a transferem para um fluido que passa pelo coletor, que pode variar de acordo com o painel utilizado, podendo ser água, óleo, ar ou misturas, segundo Ribeiro (2016 apud KALOGIROU, 2004).

Esse sistema é simples, inicialmente barato, e necessita de instalação hidráulica. Furquim (2020) explica que o funcionamento do sistema de energia solar térmico se dá quando a água sai de um reservatório, abastecido por uma caixa de água, e vai para os coletores, que absorvem o calor do sol para esquentá-la, e que depois de aquecidas voltam para o reservatório, onde não esfriam e seguem para os equipamentos que vão utilizar o sistema.

De acordo com Furquim (2020 apud SANTOS, 2017), nos sistemas convencionais, ocorre a chamada termossifão (Figura 2), onde a água dos coletores fica mais quente e menos densa, sendo impulsionada pela água fria e gerando a circulação. Em outros sistemas, com grande demanda do volume de água, essa circulação pode ser feita através de circulação forçada ou bombeamento.

Esse sistema normalmente é usado em residências, e aquelas que não foram projetadas e planejadas para recebê-lo, são necessárias algumas alterações para a sua instalação, como quebrar paredes, adicionar tubulações, etc.

Figura 2. Funcionamento do aquecedor solar.



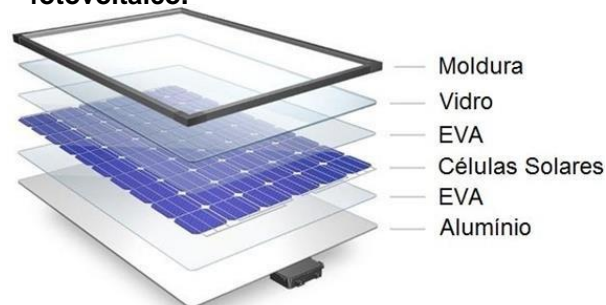
Fonte: Extraído de Furquim, 2020.

2.2 Energia solar fotovoltaica

Ribeiro (2016) explica que a energia fotovoltaica é um tipo de tecnologia que gera corrente contínua a partir de semi-condutores quando estes são iluminados por fótons, e que essa conversão de fótons em energia foi descoberta pelo cientista francês Edmond Becquerel em 1839, observando a geração de energia elétrica quando há incidência de luz em um eletrodo mergulhado em uma solução eletrolítica. Mas, a primeira célula fotovoltaica capaz de converter luz em eletricidade suficiente para alimentar equipamentos elétricos foi desenvolvida apenas em 1945.

Atualmente, já existem diversos tipos de células que convertem energia solar em energia elétrica. No entanto, as mais utilizadas e comercializadas no mercado são as de silício monocristalino e silício policristalino.

Figura 3. Camadas de um módulo fotovoltaico.



Fonte: Extraído de Ribeiro, 2016.

Os painéis fotovoltaicos são compostos basicamente por uma camada de vidro temperado com uma camada anti-refletora em seguida, que dá resistência e proteção ao painel, aumentando a sua eficiência térmica. Depois destas vem uma camada de etileno-vinil-acetato (EVA), material plástico que protege a próxima camada, com células de silício, seguida de outra camada de EVA. Por fim, existe uma

camada de alumínio para isolar a placa toda e dar rigidez, como mostra a Figura 3.

Os sistemas fotovoltaicos basicamente são classificados em isolados (*off grid*) e conectados à rede (*on grid*); a escolha depende da aplicação ou disponibilidade de recursos energéticos.

2.2.1 Sistemas isolados (*off grid*)

Os sistemas isolados, os primeiros sistemas fotovoltaicos surgidos, são os não conectados à rede elétrica (*off grid*). Geralmente, são usados para uso local e específico para abastecer aparelhos que utilizam energia (FURQUIM, 2020).

Como normalmente esse sistema é utilizado em áreas que sem rede elétrica, a energia produzida é armazenada em baterias, o que garante o fornecimento nos períodos sem radiação solar

(período noturno ou dia nublado, por exemplo). Neste caso, pode ser um sistema isolado individual (geração compartilhada para uma única unidade de consumo) ou um sistema isolado de minirredes (compartilhamento da energia gerada por unidades consumidoras próximas).

Os painéis solares do sistema *off grid* são geralmente instalados sobre o telhado do edifício, conectados uns aos outros e depois em um inversor solar, que converte a radiação do sol em eletricidade, para depois ser armazenada em baterias (Figura 4). Como em outros sistemas, recomenda-se uma leve inclinação nas instalações das placas, tendo uma melhor captação dos raios solares e não comprometendo a produção de energia.

Figura 4. Funcionamento do sistema *off grid*.



Fonte: Extraído de Furquim, 2020.

Para a Solar Prime (2019), o sistema *off grid* é mais caro que o sistema *on grid*, pelo uso de alguns equipamentos específicos e essenciais, como as baterias, por exemplo. Assim, em áreas urbanas, normalmente o

sistema adotado é o conectado à rede, pois dispensa o uso dessas baterias, tornando a instalação mais simples e barata, possibilitando ainda alguns benefícios ao usuário.

2.2.2 Sistemas conectados à rede (*on grid*)

Os sistemas *on grid* são aqueles conectados à rede elétrica urbana, dispensando o uso de armazenadores, pois a energia que produzem ou é consumida ou injetada na rede. Seus geradores trabalham junto com a rede elétrica, representando uma fonte

complementar. Esse sistema é constituído pelos módulos fotovoltaicos (as placas solares) e pelo inversor interativo, conhecido como *grid-tied*, além dos componentes de integração do sistema, como quadro de disjuntores, medidor e componentes elétricos de proteção (Figura 5) (FURQUIM, 2020),

Figura 5. Funcionamento do sistema fotovoltaico on grid.



Fonte: Extraído de Furquim, 2020.

Sua instalação é simples, não necessitando de muitas adaptações no edifício, sendo bem semelhante com o sistema *off grid*, mas tendo como diferença a conexão com a rede elétrica.

[...] Para a instalação, primeiramente verifica-se qual a melhor posição para se colocar no telhado/cobertura, se recomenda a inclinação ao norte geográfico, conforme a latitude do local, pois caso não esteja bem direcionado será necessário obras e aumento de placas. Ainda, é importante levar em conta a estrutura do telhado, que deve comportar o peso das placas, em imóveis mais antigos isso pode ser um problema. Logo em seguida, há instalação dos suportes e trilhos para receberem as placas solares. Instalados sobre os trilhos, os painéis serão conectados aos cabos e no inversor solar e na rede elétrica da residência ou comércio (FURQUIM, 2020, p.8-9).

O medidor que compõe o sistema deve ser do tipo bidirecional, no qual se verifica a quantidade de energia elétrica injetada e consumida, diferente dos medidores convencionais que medem apenas a energia consumida. É instalado gratuitamente pela ANEEL após a aprovação do sistema *on grid*. Esse medidor permite que a companhia elétrica local faça a medição mensal (em kWh) da energia consumida e da injetada. Dessa forma, a energia produzida é utilizada como crédito energético e abatida na consumida pelo imóvel (FURQUIM, 2020).

[...] Em contrapartida, caso a energia produzida pelo sistema fotovoltaico não seja suficiente para a necessidade da residência, ou quando não estiver gerando energia, a distribuidora continua fornecendo energia elétrica, e por isso também a existência do custo de disponibilidade (FURQUIM,

2020, p. 10).

Assim, esse custo de disponibilidade gera uma taxa mínima cobrada pela distribuidora, atendendo a necessidade do usuário, e cobrando de acordo com o perfil de cada unidade de consumo. Isso faz com que a conta de luz não chegue ao zero absoluto no valor cobrado, além de também existir taxas em relação a iluminação pública, por exemplo.

2.2.3 Sistemas híbridos

O sistema híbrido é a tecnologia composta com duas funções diferentes em apenas um equipamento, então um sistema PVT (Photovoltaic/thermal) é a combinação de componentes que convertem parte de energia solar em eletricidade, e parte em calor para aquecer um fluido.

De acordo com Ribeiro (2016 apud Chow, 2010), os primeiros estudos sobre a tecnologia PVT foram documentados no começo de 1970, onde foi apresentada a ideia de usar água ou ar como fluido de resfriamento de painéis fotovoltaicos, pois altas temperaturas na operação do módulo poderem causar danos permanentes na estrutura das células usadas se a tensão causada pelo calor permanecer por longos períodos, o que diminui a eficiência da célula.

Um sistema híbrido pode ou não ter sistema de armazenamento de energia. Quando possui, geralmente o sistema de armazenamento tem autonomia menor ou igual a um dia (SOUZA, 2020).

3 TIPOS DE PLACAS SOLARES

Quando se fala em placas solares, também se fala sobre a eficiência do painel solar que ela possui e na porcentagem (%) de energia solar que atinge essa superfície, sendo transformada em energia elétrica para ser consumida. Quanto maior for essa eficiência, mais Watts por metro quadra-

do serão gerados, e menor é o painel para a mesma produção de energia. Assim, em laboratório, considerando que um painel solar fotovoltaico atinja 1000 Watts por hora, tendo eficiência de 16,5%, produzirá 165 Watts/hora por m²; mas na realidade é preciso considerar outros fatores, como a direção e posicionamento do painel, temperatura, etc.

3.1. Silício monocristalino

É a tecnologia mais antiga e de maior eficiência. São fáceis de reconhecer, possuindo cantos arredondados e uma cor uniforme, que indica silício de alta pureza.

São feitos a partir de um único cristal de silício ultrapuro, que é fatiado com um “salame”, fazendo lâminas de silício individuais, para depois serem tratadas e transformadas em células fotovoltaicas. O painel é composto por uma matriz de células fotovoltaicas em formação de série e paralelo, onde cada célula circular tem seus lados cortados, para otimizar o espaço e aproveitar melhor a área do painel (Figura 6A).

Eficiência média do painel monocristalino: 15-22% Técnica: Czochralski; Forma: Arredondada; Tamanho padrão das células fotovoltaicas: 10x10cm; 12,5x12,5cm; 15x15; Cor: azul escuro ou quase preto (com antirreflexo), cinza ou azul acinzentado (sem antirreflexo).

3.2 Silício policristalino

Os primeiros painéis solares à base de silício policristalino são introduzidos no mercado em 1981. A principal diferença entre sua tecnologia e a do monocristalino é o método utilizado na fundição dos cristais. Nesse processo, eles são fundidos em blocos quadrados, depois cortados e fatiados em células, onde é possível observar a formação de múltiplos cristais (Figura 6B).

São semelhantes aos monocristalinos no desempenho e na degradação, mas suas células são

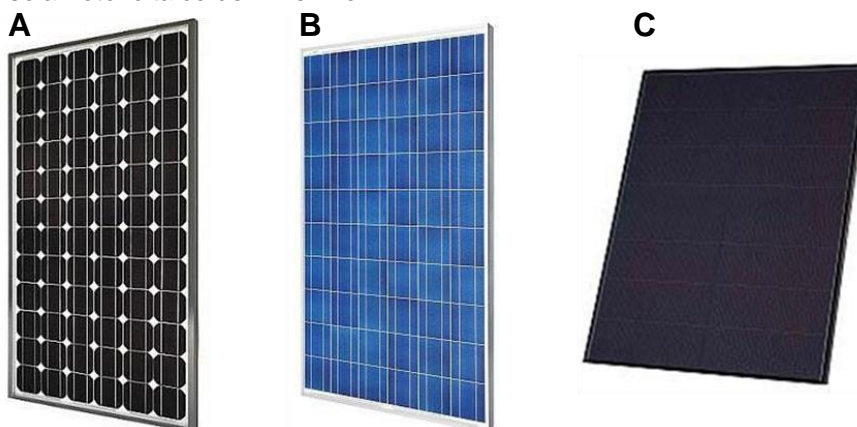
menos eficientes.

Eficiência média do painel solar policristalino: 4-20% Técnica: Fundição de polisilício, Aquecimento em forma. Forma: Quadrada; Tamanho padrão das células fotovoltaicas: 10x10 cm; 12,5x12,5 cm; 15x15. Cor: azul (com

antirreflexo), cinza prateado (sem antirreflexo).

O Quadro 2 apresenta a comparação das vantagens e desvantagens da placa solar fotovoltaica de silício policristalino e monocristalino.

Figura 6. Tipos de placas solares. A. Placa solar fotovoltaico de silício monocristalino. B. Placa solar fotovoltaico de silício policristalino. C. Placa solar fotovoltaico de filme fino.



Fonte: Extraído de Portal Solar, 2011.

Quadro 1. Vantagens e desvantagens da placa solar fotovoltaico de silício monocristalino.

Vantagens	Desvantagens
Maior eficiência dentre as tecnologia comercialmente viáveis	São mais caros
Ocupam menos espaço	O processo de produção usado, resulta em uma grande quantidade de silício que não é aproveitada
Vida útil maior que 30 anos, com garantia de 25 anos	
Tendem a funcionar melhor que painéis solares policristalinos em condições de pouca luz.	

Fonte: Extraído de Portal Solar, 2011.

Quadro 2. Vantagens e desvantagens da placa solar fotovoltaica de silício policristalino em comparação com a de monocristalino.

Vantagens	Desvantagens
A quantidade de silício residual gerado durante seu processo é menor	Sua eficiência é menor, devido a menor pureza do polisilício
Tendem a ser um pouco mais baratos também	Menos Watts/hora por m ²
A vida útil dos painéis é maior que 30 anos e vem com garantia de 25 anos	

Fonte: Extraído de Portal Solar, 2011.

3.3 Filme fino

São fabricados basicamente depositando uma ou várias camadas finas de material fotovoltaico sobre um substrato. Também são conhecidos

como células fotovoltaicas de película fina (TFPV), e possuem diferentes tipos que podem ser categorizados pelo material fotovoltaico que é depositado sobre o substrato: silício amorfo (a-Si);

telureto de cádmio (CdTe); cobre, índio e gálio seleneto (CIS /CIGS); células solares fotovoltaicas orgânicas (OPV) (Figura 6C).

Dependendo da tecnologia

utilizada, os painéis de filme fino possuem eficiência média entre 7-13%. Algumas dessas tecnologias já estão chegando nos 16%, sendo similares a eficiência dos painéis Policristalinos.

Quadro 3. Vantagens e desvantagens da placa solar fotovoltaico de filme fino.

Vantagens	Desvantagens
São baratos	Exigem uma grande quantidade de espaço
A produção em massa é simples em comparação com a tecnologia cristalina, o que os torna mais baratos de fabricar.	Menos eficiência por m ²
É esteticamente bonita, pela sua aparência homogênea.	Maior custo com estrutura de instalação, mão-de-obra e acabamento
Pode ser feito flexível, o leque de aplicações é maior	Tendem a degradar mais rapidamente do que os painéis solares mono e policristalinos
Seu desempenho apresenta menor impacto por altas temperaturas, sombreamento de árvores e outros problemas.	Sua garantia é mais curta

Fonte: Extraído de Portal Solar, 2011.

3.4 Silício amorfo (a-Si)

Células solares baseadas em silício amorfo, tradicionalmente só eram usadas para aplicações em pequena escala, como, por exemplo, em calculadoras de bolso; pois nesta tecnologia sua produção de energia elétrica é baixa. Mas inovações recentes permitiram que esta tecnologia também seja utilizada em aplicações de larga escala, com uma técnica de fabricação chamada “empilhamento”, onde várias camadas de células são combinadas, resultando em taxas mais elevadas de eficiência (cerca de 6-9%).

Nas células solares de silício amorfo é necessário apenas 1% do silício utilizado em células solares de silício cristalino. Por outro lado, o processo de empilhamento possui um custo elevado.

3.5 Telureto de cádmio (CdTe)

As instalações feitas com painéis de CdTe PV são tipicamente grandes campos solares (grandes usinas de energia solar).

A única tecnologia de painéis solares de película fina que superou o custo/eficiência de painéis solares de silício cristalino em uma parcela

significativa do mercado mundial, é a tecnologia de telureto de cádmio, operando normalmente na faixa de 9-16% de eficiência.

3.6 Seleneto de cobre, índio e gálio (CIS /CIGS)

As células solares CIGS mostram maior potencial em termos de eficiência, em comparação com as outras tecnologias de filme-fino acima. Em 2011, foi iniciada a produção comercial de painéis solares CIGS flexível na Alemanha.

Seus índices de eficiência normalmente operam na faixa de 10-12%, e já alguns que passam dos 13% sendo vendidos no Brasil.

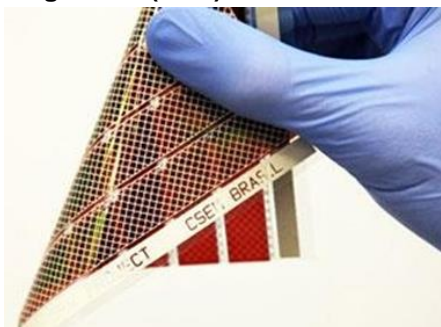
Muitos tipos de células solares desta tecnologia ainda estão em fase de pesquisa e desenvolvimento.

3.7 Células fotovoltaicas orgânicas (OPV)

A célula solar orgânica é constituída de polímeros orgânicos condutores ou pequenas moléculas orgânicas que absorvem luz e transportam a carga para a produção de eletricidade a partir da radiação solar pelo efeito fotovoltaico. Foram idealizadas há muitos anos como

uma tecnologia fotovoltaica flexível e de baixo custo, produzida por processos de impressão, máquinas simples e materiais abundantes (Figura 7). A eficiência das células orgânicas varia.

Figura 7. Células fotovoltaicas orgânicas (OPV).



Fonte: Extraído de Portal Solar, 2011.

produzindo a partir da tecnologia conhecida por heterojunção, e seus painéis têm 21-24% de eficiência.

Seu processo de fabricação é semelhante à dos painéis fotovoltaicos monocristalinos, com a diferença de possuir uma passivação com camada de Silício Amorfo (a-Si), entre outras.

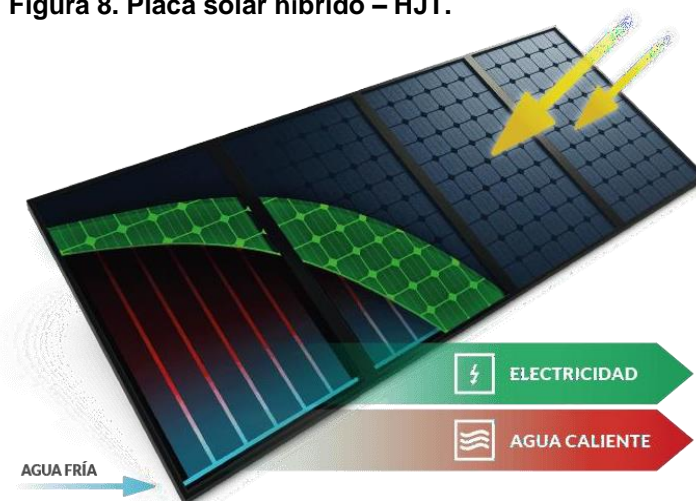
É o painel que produz mais energia por metro quadrado e funciona muito bem em relação à temperaturas mais altas, principalmente no período de verão, assim, sua tecnologia é ideal para o território brasileiro.

Eficiência comercial da célula fotovoltaica: aproximadamente 24%
Técnica: Czochralski / n-type c-Si;
Forma: Arredondada; Tamanho padrão das células fotovoltaica: 156 mm x 156 mm. Cor: quase preto (com antirreflexo).

3.8 Painel solar híbrido – HJT

O painel solar híbrido (Figura 8) é

Figura 8. Placa solar híbrido – HJT.



Fonte: Portal Solar, 2011.

Quadro 4. Preços de cada tipo de painel solar fotovoltaico.

Modelo	Potência	Valor Médio
Painel solar monocristalino CS6K	275 W	R\$ 457,00
Painel solar Canadian policristalino 144 Half Cel	360 W	R\$ 860,00
Painel solar filme fino	100 W	R\$ 889,00
Painel solar de silício amorfo (a-Si)	3 W	R\$ 63,00
Painel solar de telureto de cádmio (CdTe)	85 W	R\$ 470,00
Painel solar de seleneto de cobre, índio e gálio (CIGS)	1,25 W	R\$ 133,90
Célula fotovoltaica orgânica (OPV)	3 W	R\$ 46,00
Painel solar híbrido - HJT	405 W	R\$ 715,00

Fonte: Extraído de Portal Solar, 2011.

4 PREÇOS MÉDIOS DE ALGUNS TIPOS DE PLACAS SOLARES

Os valores a seguir (Quadro 4) foram tirados do site da empresa Portal Solar, apresentando os preços médios de cada painel solar da época, 2011, no intuito de mostrar a diferença de valores em relação a cada modelo e potência de seu sistema, comparando o investimento necessário para suprir o gasto de recursos de cada um na busca de maior eficiência e economia.

4.1 Relação custo-benefício da energia solar

O preço de cada sistema solar varia de acordo com a marca dos equipamentos, do tipo escolhido, do projeto desenvolvido para o consumidor, entre outros fatores. De acordo com a Empresa Solar Prime, pesquisas realizadas em julho de 2018, apontaram que os valores médios para gerar energia nesse tipo de sistema que utiliza radiação solar, considera todos os equipamentos necessários, o projeto e a instalação, são: Em uma casa pequena com 2 moradores, resulta R\$ 10.673 em um sistema de 1,32 kWp (kilo-Watt-pico); Uma casa média, com 3-4 pessoas, o valor sobe para R\$ 17.570, com um sistema de 2,64 kWp; Uma Casa média, com 4 pessoas, R\$ 20.320, sistema de 3,3 kWp; Casa grande, 4 e 5 pessoas, R\$ 25.695, sistema de 4,62 kWp; Uma casa grande, comportando 5 pessoas, chega a R\$ 32.410, em um sistema de 6,6 kWp; E em uma mansão, com mais de 5 pessoas, esse valor pode chegar a R\$ 52.240, em um sistema de até 10,56 kWp.

De acordo com o site Portal Solar, quando se fala em 1000 Watts, significa 1KWh. Já KWh e kWP são unidades de medida que correspondem a quilo Watt hora e quilo watt pico, respectivamente, que são responsáveis por medir a energia produzida pelo gerador fotovoltaico (KWh) e sua energia máxima

(kWp). Nesse lógica, pode-se dizer que se um painel de 100 Wp funcionar por 50 horas, sua produção é de 5.000 Wh ou 5 KWh.

O maior obstáculo para realizar a implantação de projetos assim pela população em suas casas ou negócios, ainda é em relação a esses valores iniciais de investimento, que depende do tamanho e do quão complexo pode ser o local de instalação, e podem variar em relação a fatores como a qualidade dos componentes em seu sistema e fornecedor.

Em relação a manutenção das placas, normalmente elas necessitam apenas de limpezas periódicas, em que sempre é preciso verificar se não estão na sombra, o que diminui a eficiência do sistema.

Content (2018) apresenta em seu texto um pequena análise para demonstrar como funciona o retorno financeiro na conta de energia elétrica, após a instalação de placas solares. Em uma residência, seus moradores consomem, em média, 800 kWh e pagam R\$ 488,00 na conta de luz, por exemplo, após ser instalado um sistema fotovoltaico é possível economizar até R\$ 463,60, pagando no mínimo as taxas destinadas à concessionária de energia. Então, se esse desconto na conta continuar no mesmo valor, em poucos anos o capital investido retorna para o consumidor. Esse retorno de investimento geralmente acontece entre 3-10 anos após a instalação, dependendo de variáveis como radiação solar e tarifas cobradas.

Em uma revista de ciência e tecnologia, Silva (2019) apresenta uma pesquisa sobre o custo-benefício da implantação de um sistema fotovoltaico, baseada em um estudo de caso que utiliza os orçamentos de duas edificações com a implantação deste sistema. A partir dos dados coletados e das análises feitas ao longo a pesquisa foi possível verificar que mesmo sendo

necessário um alto valor de investimento inicial pra adquirir um sistema fotovoltaico de qualidade, observou-se que foi possível gerar energia solar suficiente para manter o prédio e ainda ser responsável pela redução do consumo de energia elétrica em 100%, onde puderam concluir que, o sistema paga em poucos anos o alto custo investido, além de que o consumidor não tem mais gastos com o consumo de energia, pois seu sistema é autossuficiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conhecer como funciona uma placa solar e suas variedades de modelos e funções, material, manutenção, entre outros fatores tratados neste trabalho, ajudam a entender melhor seus custo de investimento e quais as vantagens que esse tipo de equipamento pode trazer.

Então, ao pensar em custo-benefício da energia solar, vale levar em conta que investir nesse tipo de sistema vai além da nossa casa e do nosso bolso, ele também beneficia o meio ambiente como um todo. Em tempos de crises, energética, econômica, de saúde, entre outras, existem pessoas que acreditam que não compensa arriscar pagar cada vez mais caro nas contas de luz, então instalar um sistema fotovoltaico é a melhor alternativa para começar a economizar, como tem outras pessoas que apoiam totalmente essa alternativa pelo simples fato dela ser a fonte de energia mais limpa e abundante que temos em nosso país.

Em qualquer um dos casos e tipo de placa escolhida, a proposta de retorno financeiro futuro existe, e independente do tempo que leve para chegar, ao longo desse prazo os outros benefícios com o uso de placas solares vão aparecendo. Investir nesse tipo de sistema requer pesquisa, para saber qual tipo se adequa melhor ao seu

estabelecimento, seu consumo e o valor disponível para o investimento, tanto quanto a escolha de bons profissionais e materiais, o que vai garantir a eficiência do produto e todo o conjunto de benefícios que ele carrega e propõe entregar.

Infelizmente, no Brasil, a falta de incentivo fiscal do governo faz com que o investimento em placas solares pareça ainda menos acessível à população, além do alto custo de aquisição que ele já possui. Entretanto, o custo dessa tecnologia cai cada vez mais, proporcionando esperança de que um dia esses recursos possam ser melhor aproveitados pra o benefício de todo o país.

REFERÊNCIAS

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Relatório Síntese/Ano Base 2019 - BEM 2020. Rio de Janeiro. Maio de 2020.

CONTENT, R. Entenda a relação de custo-benefício da energia solar. Solar Prime Energia Solar. 06 jun. 2018. Disponível em: <<https://blog.solarprime.com.br/entenda-a-relacao-custo-beneficio-da-energia-solar/>>. Acesso em: 01 jun. 2021.

FILHO, F. S. de B. Energia Solar: Confea envia à Aneel recomendação sobre marco regulatório. Brasília. 01 fev. 2021. Disponível em: <<https://www.confea.org.br/energia-solar-confea-envia-aneel-recomendacao-sobre-marco-regulatorio>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

FURQUIM, J. P. C. Comparação entre energia solar térmica e energia solar fotovoltaica. São Lourenço-MG, 2020.

JR, L. A. W. P. O que diz a legislação de Energia Solar no Brasil? Confira 5 pontos! – hcc: Energia Solar. [S.l.]. 29

jun. 2020. Disponível em:
<<https://hccenergiasolar.com.br/posts/o-que-diz-a-legislacao-de-energia-solar-no-brasil-confira-5-pontos/>>. Acesso em: 26 mar. 2021.

JÚNIOR, O. M.; SOUZA, C. C. de. Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha. In: Interações (Campo Grande) v. 21. Campo Grande. 06 jul. 2020. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/scielo.php?script>

=sci_arttext&pid=S1518-70122020000200379>. Acesso em: 24 mar. 2021.

PORTAL SOLAR. Tipos de painel solar fotovoltaico. 24 fev. 2011. Disponível em:
<<https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>>. Acesso em: 20 Jun. 2021.

RIBEIRO, N. C. C. Análise de sistemas híbrido solar: fotovoltaico e térmico. Brasília – DF. 2016.