

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS ECONÔMICA**

**Davi Roberto de Melo**

**A VIABILIDADE ECONÔMICA E OS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA  
EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

**RECIFE – PE**

**2025**

**Davi Roberto de Melo**

**A VIABILIDADE ECONÔMICA E OS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA  
EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado pelo (a) aluno (a) **DAVI ROBERTO DE MELO** a Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. (a) Dr (a) **ANA CRISTINA  
GUIMARÃES CARNEIRO**

**RECIFE – PE**

**2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

M528v

Melo, Davi Roberto de.

A viabilidade econômica e os impactos socioeconômicos da expansão da energia solar no Brasil / Davi Roberto de Melo. – Recife, 2025.

31 f.; il.

Orientador(a): Ana Cristina Guimarães Carneiro.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Econômicas, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Energia limpa. 2. Energia solar. 3. Economia ambiental. I. Carneiro, Ana Cristina Guimarães, orient. II. Título

CDD 330

DAVI ROBERTO DE MELO

**A VIABILIDADE ECONÔMICA E OS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA  
EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Ciências  
Econômicas da Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Graduação em Economia.

Aprovado em: 21/03/2025

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Ana Cristina Guimarães Carneiro (Orientadora)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Dra. Cristiane Soares de Mesquita (Examinador Interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Dra. Gisleia Duarte (Examinador Interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Agradecimentos**

A minha mulher, minha família, em especial meu filho Hugo que pude inspirar e veio a se tornar colega de curso. Chegar até aqui não foi nada fácil, além de trabalhar e estudar, passamos por uma pandemia, aprendemos a continuar o curso de forma remota para buscar o grau de bacharel nessa profissão tão desafiadora.

À UFRPE e todo seu corpo docente, por me proporcionar ensino de qualidade, ambiente inclusivo e diverso, onde podemos debater diferentes perspectivas e visões de mundo.

Agradeço também aos meus colegas de turma, alguns acabaram ficando pelo caminho, mas também foram igualmente importantes nessa minha jornada.

## Resumo

Um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade nos últimos anos é a busca por fontes de energia renováveis, que se torna cada vez mais urgente à medida que os impactos do efeito estufa se intensificam. A utilização de energia limpa e gratuita, fornecida pelo sol é algo bastante promissor, para resolver esse problema. Com objetivo de equilibrar e resgatar o nosso meio ambiente de forma emergencial, assim, as perguntas sobre viabilidade econômica e os impactos sociais da expansão desta fonte de energia veem à tona. Como primeira hipótese consideramos que, mesmo com investimento inicial, a energia solar proporciona retorno positivo, se pagando e reduzindo gastos com eletricidade, ao longo do tempo, além de gerar empregos e impulsionando o desenvolvimento regional. Para essa verificação, a pesquisa se baseia na revisão de literatura incluindo também estudos sobre programas governamentais, custos e impactos socioeconômicos. Os resultados demonstram que o investimento em energia solar não apenas se mostra viável financeiramente, mas também pode contribuir para o crescimento do país, fazendo com que seja sustentável e inclusivo, beneficiando tanto consumidores quanto a economia.

Palavras-Chave: Energias renováveis, energia solar, viabilidade econômica, crescimento econômico.

## **Abstract**

One of the greatest challenges faced by humanity in recent years is the search for renewable energy sources, which has become increasingly urgent as the impacts of the greenhouse effect intensify. The use of clean and free energy provided by the sun is a very promising way to solve this problem. With the aim of balancing and rescuing our environment in an emergency, questions about the economic viability and social impacts of the expansion of this energy source come to the fore. As a first hypothesis, we consider that, even with an initial investment, solar energy provides a positive return, paying for itself and reducing electricity costs over time, in addition to generating jobs and boosting regional development. To verify this, the research is based on a literature review, including studies on government programs, costs and socioeconomic impacts. The results demonstrate that investing in solar energy is not only financially viable, but can also contribute to the country's growth, making it sustainable and inclusive, benefiting both consumers and the economy.

**Keywords:** Renewable energy, solar energy, economic viability, economic growth.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. OBJETIVOS .....	122
2.1 Objetivo Geral .....	122
2.2 Objetivos Específicos .....	122
3 .METODOLOGIA.....	13
4. ENERGIA SOLAR .....	16
4.1 Energia Fotovoltaica: Conceito e História .....	16
4.2 A energia solar no contexto energético brasileiro .....	17
4.3 Sustentabilidade e Benefícios Ambientais .....	18
4.4 Desafios e Perspectivas Futuras da Energia Solar no Brasil.....	20
5. RESULTADO .....	23
5.1 Viabilidade Econômica da Energia Solar .....	26
5.2 Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) .....	27
5.3 Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	28
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

Em meados do século XIX, mais precisamente em 1839, o cientista Becquerel demonstrou que era possível transformar radiação luminosa em energia elétrica através da absorção da luz por um eletrodo dentro de uma solução eletroquímica. Em 1954, surgiu a fotocélula de silício, material bastante utilizado no desenvolvimento tecnológico de células solares (FADIGAS, 2018).

Atualmente, nações estão buscando novas formas para geração de energia que se mostrem menos prejudiciais ao meio ambiente e mais eficientes economicamente, nesse sentido, as estratégias estão focadas na utilização de fontes de energia renováveis, reduzindo a dependência de fontes fósseis além de economicamente viáveis (RIBEIRO, 2018).

O Brasil possui dimensões continentais, forte incidência solar e condições climáticas favoráveis. Faz o tema se tornar crescente, não só pelo impacto ambiental positivo, mas também por suas implicações econômicas e sociais.

Dentro do cenário global, que busca implementar a transição energética, fontes renováveis têm sido incentivadas, e a energia solar se destaca como uma alternativa sustentável para diversificar a matriz energética, reduzir a dependência de fontes não renováveis e estimular o desenvolvimento econômico. Contudo, apesar de seus benefícios, sua expansão ainda enfrenta os elevados custos iniciais, barreiras regulatórias, dificuldades na infraestrutura de transmissão e armazenamento.

Quando falamos sobre geração de energia elétrica, o Brasil se destaca no cenário mundial por sua matriz elétrica baseada em fontes renováveis, com destaque para hidroeletricidade e biomassa proveniente da cana-de-açúcar. Também ganham destaque as fontes eólica e solar (BEZERRA, 2021).

Nos últimos anos, o setor energético brasileiro tem passado por transformações significativas, avanço de tecnologias renováveis e pelas diretrizes de políticas públicas voltadas à sustentabilidade. A energia solar fotovoltaica, em específico, teve um crescimento acelerado, tornando-se uma das principais apostas para suprir a crescente necessidade energética do país.

De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), a

capacidade instalada dessa fonte teve um aumento expressivo, o que comprova a importância para a matriz elétrica nacional. Mas, apesar do avanço expressivo, a adesão ainda é desigual entre as regiões do país, sendo mais acessível em centros urbanos e menos incluídas em áreas rurais e comunidades de baixa renda.

Nesse contexto, a questão central, que se coloca é se a energia solar, de fato é economicamente viável no Brasil, levando em consideração custos de implementação, incentivos governamentais e os impactos socioeconômicos gerados.

A viabilidade dessa fonte energética não depende somente do custo da tecnologia, mas também de fatores como linhas de financiamento, subsídios e políticas de incentivo à geração e distribuição.

O aumento na adoção da energia solar pode trazer benefícios para a economia, como criação de novos empregos, redução dos custos com eletricidade para consumidores residenciais e empresariais, e o aumento da competitividade do setor industrial.

A hipótese levantada neste estudo é que energia solar apresenta viabilidade econômica, impulsionada pela redução dos custos, melhorias tecnológicas, avanços regulatórios e aumento da necessidade de fontes renováveis. A queda nos preços é um dos fatores para o crescimento do mercado fotovoltaico.

Nos últimos anos, houve queda nos preços dos painéis solares e inversores, tornando a tecnologia mais acessível para consumidores individuais quanto para grandes empresas. Programas de incentivos, como o Marco Legal da Geração Distribuída (Lei nº 14.300/2022), têm papel fundamental na ampliação do setor.

Apesar dos avanços, algumas barreiras persistem, como a necessidade do aprimoramento da infraestrutura de transmissão de energia, alta carga tributária sobre os equipamentos e dificuldades de acesso a linhas de financiamento com taxas atrativas para pequenos consumidores.

Para fazer frente a essa problemática, a pesquisa será conduzida por meio de revisão da literatura, baseada em fontes acadêmicas, relatórios governamentais e dados de instituições especializadas, publicadas nos últimos dez anos.

A abordagem qualitativa e descritiva, busca compreender os impactos da energia solar na economia brasileira, sua viabilidade financeira e os desafios a serem superados pela energia elétrica solar, para que se consolide de forma acessível. Serão analisados estudos de caso, dados estatísticos e documentos oficiais que evidenciem os benefícios e limitações para sua expansão no Brasil, com o objetivo de fornecer uma visão completa e atualizada.

O estudo justifica-se pela importância do tema no momento que o Brasil busca ser referência na produção de energia renovável. Essa transição energética sustentável é uma necessidade mundial, compreender todos os impactos da energia solar contribui para justificar políticas públicas e investimentos no setor. A expansão dessa fonte pode gerar empregos, promover o desenvolvimento regional e proporcionar energia elétrica a comunidades remotas, reduzindo desigualdades e ampliando o acesso à energia limpa.

Além da introdução, o trabalho conta com mais 5 capítulos onde o tema é analisado. O capítulo 2 traz os objetivos gerais e específicos, relacionados a energia solar, no capítulo 3 a metodologia utilizada neste projeto de conclusão de curso, a revisão bibliográfica, aprofundando o entendimento sobre a expansão do sistema fotovoltaico sob a ótica econômica e social.

No capítulo 4 é trazido o conceito, contexto histórico, potencial de geração, sustentabilidade, benefícios para o meio ambiente além dos desafios e perspectivas futura da energia solar no Brasil.

Na sequência, no capítulo 5 os resultados, com a demonstração financeira através do VPL e TIR. No capítulo final a conclusão e referências bibliográficas que ratificam a viabilidade econômica, benefícios ao meio ambiente com o crescimento da base energética fotovoltaica no Brasil.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Analisar benefícios e desafios econômicos associados à expansão da energia solar no Brasil, levando em conta aspectos como viabilidade financeira, impactos no custo da energia elétrica e na geração de empregos, além dos aspectos relacionados ao desenvolvimento regional.

### 2.2 Objetivos Específicos

- **Avaliar** a viabilidade econômica da energia solar no Brasil, considerando custos para implementação, retorno sobre o investimento e comparando seu custo com outras fontes da matriz energética nacional.
- **Analisar** impactos da energia solar no custo da eletricidade, examinando sua influência direta na previsibilidade e redução de tarifas, além dos benefícios para consumidores residenciais, comerciais e industriais.
- **Estudar** geração de empregos no setor, identificando oportunidades de trabalho nas etapas de fabricação, instalação e manutenção, além de estimar o impacto no mercado de trabalho em regiões estratégicas.
- **Investigar** Os efeitos da energia solar no desenvolvimento regional, explorando como essa fonte de energia pode fomentar crescimento econômico, especialmente em regiões com alto potencial solar, como o Nordeste.

### 3. METODOLOGIA

Este estudo adota metodologia de revisão bibliográfica sistemática, com abordagem qualitativa, com objetivo de reunir e analisar os estudos existentes acerca da viabilidade econômica e dos impactos socioeconômicos da expansão da energia solar no Brasil. A revisão bibliográfica foi conduzida para identificar e compilar as evidências científicas mais recentes, visando proporcionar uma compreensão aprofundada sobre os benefícios, desafios e as implicações do aumento dos sistemas de energia solar no país, tanto sob a perspectiva econômica quanto social.

A pesquisa foi realizada a partir de fontes confiáveis e amplamente reconhecidas na área acadêmica, como Google Scholar, Scielo, bases de dados econômicas e artigos de periódicos especializados em energia e desenvolvimento econômico. Inicialmente, foram encontrados 36 artigos que abordavam diferentes aspectos da viabilidade econômica da energia solar no Brasil. Feita análise dos estudos, com base em critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 10 artigos principais que mais se adequavam ao tema. A escolha dos artigos foi guiada pela relevância e qualidade metodológica, com foco nos impactos financeiros e sociais da energia solar, especialmente no Brasil.

Os critérios de inclusão foram direcionados para estudos que abordaram a análise econômica da energia solar, impactos socioeconômicos de sua adoção, aspectos relacionados ao custo-benefício e retorno sobre investimento em diferentes contextos. A pesquisa se concentrou em materiais que apresentaram dados empíricos ou quantitativos sobre a implementação de sistemas fotovoltaicos e suas implicações econômicas, sociais e ambientais no Brasil.

Quanto aos critérios de exclusão, foram adotadas restrições rigorosas para filtrar estudos que tratassem de outros tipos de energias renováveis, como eólica, biomassa, ou que focassem exclusivamente em aspectos técnicos ou científicos da energia solar sem análise dos impactos econômicos e sociais. Também foram excluídos artigos que não apresentavam dados empíricos ou análises aplicáveis à realidade brasileira, como relatórios de outros países ou publicações que não forneciam resultados mensuráveis sobre impactos da energia solar na economia e na sociedade brasileira.

A análise dos dados extraídos dos artigos foi realizada de forma qualitativa, com ênfase na comparação dos resultados encontrados, nas metodologias utilizadas e nas conclusões dos estudos revisados. Com foco na identificação de padrões, tendências e possíveis lacunas nos dados, além de consolidar evidências científicas sobre os benefícios econômicos, redução de custos e oportunidades sociais criadas pela expansão da energia solar no Brasil.

A pesquisa seguiu um processo sistemático de seleção, que começou com a utilização de palavras-chave específicas, como "viabilidade econômica da energia solar", "impactos socioeconômicos da energia solar no Brasil", "energia renovável", "expansão da energia solar", "energia solar no Brasil" e "desenvolvimento sustentável". A escolha dessas palavras-chave visou maximizar a precisão e relevância dos artigos encontrados. Após coleta dos artigos, foi realizada uma triagem inicial, com base na análise dos títulos e resumos, para garantir que os artigos atendessem aos critérios para inclusão. Os estudos que passaram por essa triagem inicial foram submetidos à leitura integral, a fim de avaliar sua relevância ao tema e à qualidade metodológica dos dados apresentados. A amostra final incluiu apenas os estudos que abordaram, de forma direta e substancial, a viabilidade econômica e os impactos socioeconômicos da expansão da energia solar no Brasil, excluindo publicações que não atendiam aos critérios estabelecidos.

Através dessa metodologia rigorosa e bem estruturada, espera-se fornecer uma visão holística e atualizada sobre efeitos da expansão da energia solar no Brasil, contribuindo para o avanço do conhecimento acadêmico e para o aprimoramento das políticas públicas relacionadas à sustentabilidade e ao desenvolvimento econômico.

Abaixo, apresentamos o Quadro 1, que contém os 6 principais estudos sobre a análise econômica do uso da energia fotovoltaica, com base na relevância e profundidade dos resultados encontrados.

**Quadro 1:** Estudo sobre a análise econômica do uso da energia fotovoltaica

<b>Autor(es) (Ano)</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Principais Resultados</b>
Serafim Junior <i>et al.</i> (2018)	Analisar a viabilidade econômico-financeira de um sistema fotovoltaico na região da Costa Oeste do Paraná e o perfil dos possíveis usuários dessa energia.	Mesmo com baixo consumo, os entrevistados demonstraram interesse em investir no sistema fotovoltaico. No entanto, o alto custo e a falta de incentivos dificultam o investimento.
Dalfovo <i>et al.</i> (2019)	Analisar a viabilidade econômico-financeira do uso de energia solar fotovoltaica para redução das despesas com energia elétrica em residências de diferentes faixas de renda em Sinop - MT.	A viabilidade econômica foi mais atrativa para residências de alto consumo de energia elétrica, com maior disposição para investir em energia fotovoltaica. A ausência de subsídios dificultou a adesão.
Souza & Gimenes (2018)	Verificar a viabilidade econômico-financeira da utilização de energia fotovoltaica em sistemas de produção hidropônica em Dourados-MS.	A adoção de energia fotovoltaica foi considerada vantajosa para a sustentabilidade energética e redução de custos com eletricidade. No entanto, o alto custo de investimento foi um obstáculo significativo.
Gomes <i>et al.</i> (2019)	Avaliar a viabilidade econômica da instalação de sistemas fotovoltaicos em pequenas propriedades rurais no Nordeste do Brasil.	Identificou-se que, embora os pequenos produtores rurais apresentem interesse na energia solar, o alto custo inicial e a falta de incentivos ainda são grandes barreiras para a adoção dessa tecnologia.
Dantas <i>et al.</i> (2018)	Avaliar a viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos no Brasil e seus impactos no setor elétrico.	A análise mostrou que os custos iniciais dos sistemas fotovoltaicos são um desafio, mas a redução das tarifas de energia e incentivos fiscais tornam a tecnologia viável. Além disso, a expansão da energia solar pode ajudar a diversificar a matriz energética e reduzir a dependência de fontes não renováveis.
SANTOS <i>et al.</i> (2020)	Estudar a viabilidade econômica de instalação de sistemas fotovoltaicos em uma residência em Ipatinga-MG.	O estudo conclui que a instalação do sistema fotovoltaico é financeiramente viável, proporcionando economia substancial a longo prazo.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

## 4. ENERGIA SOLAR

### 4.1 Energia Fotovoltaica: Conceito e História

O Sol é uma fonte de energia que tem sido explorada, historicamente para diversas finalidades. A energia solar fotovoltaica, trata da conversão da radiação solar em eletricidade por células fotovoltaicas, que utilizam materiais semicondutores para gerar corrente elétrica quando expostos à luz solar (Molina Junior, 2015).

Esse sistema é composto por painéis fotovoltaicos e equipamentos de conversão, transformam corrente contínua gerada em corrente alternada, pronta para consumo residencial e comercial.

No início, os sistemas fotovoltaicos foram utilizados em programas espaciais devido os custos elevados da tecnologia. Entretanto, a partir da década de 1970, avanços tecnológicos permitiram redução nos custos de produção, tornando a energia solar mais acessível.

No país, a regulamentação e incentivo ao uso da energia fotovoltaica começaram a ganhar força com a publicação da Normativa nº 482, promulgada em 2012. Essa regulamentação permitiu a criação de um mercado de micro e minigeração distribuída, facilitando a adesão aos sistemas fotovoltaicos tanto para consumidores residenciais quanto empresariais.

Com implementação de mecanismo de compensação de energia, os consumidores geram sua própria eletricidade, quando a produção supera o consumo, a energia gerada é injetada na rede elétrica, gerando créditos para consumo futuro. Esse avanço não apenas estimulou o uso de fontes renováveis, mas também promoveu a democratização da energia solar, permitindo que pessoas e empresas em diversas regiões se beneficiassem de uma fonte de energia limpa e de baixo custo.

Figura 1 - Sistema Fotovoltaico



Fonte: Portal solar (2018).

#### 4.2 A energia solar no contexto energético brasileiro

O Brasil possui uma matriz energética renovável, sendo sua maior parte gerada por hidrelétricas. No entanto, devido a questões ambientais e limitações associadas à crise hídrica, outras fontes de energia renováveis, como a solar, vêm ganhando destaque (SEBRAE, 2019).

Conforme estudo, Dantas e Pompermayer (2018), a irradiação solar brasileira varia entre 4,5 e 6,3 kWh/m<sup>2</sup> por dia, um dos índices mais elevados do planeta. Esse fator coloca o país em posição de destaque para expansão da energia solar fotovoltaica.

Regiões como o Nordeste e Centro Oeste apresentam os maiores índices de irradiação, sendo altamente favoráveis para a implementação de usinas solares de grande porte. Estados como Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul também possuem participação na geração distribuída de energia solar devido a incentivos estaduais e programas de financiamento.

Em relação às regiões brasileiras com maior investimento na geração de energia elétrica fotovoltaica, o Nordeste se destaca, onde a Bahia concentra os maiores projetos solares do país, com instalações de grandes usinas fotovoltaicas. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, o Nordeste é responsável por aproximadamente 70% da capacidade instalada de energia fotovoltaica no Brasil. Ceará, Piauí e Pernambuco também estão aumentando projetos de implementação de energia

solar em larga escala, impulsionados por políticas estaduais que oferecem isenções de impostos para instalação de sistemas de energia solar.

O Brasil vem se destacando no cenário energético devido à diversificação da sua matriz energética, que engloba grandes reservas de petróleo, gás natural, carvão, urânio e diversas fontes de energia renovável (Bandeira, 2012). Entre essas fontes, se sobressai a energia hidrelétrica, eólica, solar e de biomassa para a geração de eletricidade. Contudo, devido a questões ambientais e limitações associadas à crise hídrica, fontes alternativas como a energia solar têm ganhado relevância na matriz energética nacional (CARVALHO *et al.*, 2019). A Figura 1 apresenta a composição da matriz energética brasileira, destacando a importância das fontes renováveis:

Figura 2 - Matriz Energética Brasileira (GW)

<b>Energia</b>	<b>Potência Instalada (GW)</b>	<b>%</b>
Hídrica	109.472	54%
Eólica	23.050	11%
Solar	21.349	11%
Gás Natural	16.796	8%
Biomassa + Biogás	16.583	8%
Petróleo e Fósseis	8.967	5%
Outros	5.574	3%

Fonte: Adaptado de Dolle, Rodrigues e Moura (2022)

#### 4.3 Sustentabilidade e Benefícios Ambientais

A energia solar desempenha papel importante na transição para o modelo mais sustentável, sendo uma das alternativas para reduzir a dependência de combustíveis fósseis. Ao contrário de outras fontes como carvão, petróleo e gás natural, a geração de eletricidade solar não emite gases de efeito estufa durante sua operação. Estima-se que cada megawatt-hora (MWh) produzido por sistemas solares evita a emissão de cerca de 700 kg de CO<sub>2</sub>, contribuindo para a redução dos impactos ambientais (ROSA; GASPARIN, 2016). A utilização energia solar em grande escala pode ser essencial para alcançar metas do Acordo de Paris, para reverter o aumento da temperatura global e combater as mudanças climáticas.

Além de não gerar emissões de poluentes durante o funcionamento, a energia solar também reduz outros impactos ambientais relacionados à exploração de recursos naturais. Diferente da energia termelétrica, que depende da queima de combustíveis fósseis e do consumo excessivo de água para resfriamento, os sistemas fotovoltaicos não necessitam de água em seu processo produtivo, esse aspecto é bastante relevante em países como o Brasil, onde a crise hídrica impacta a geração de energia hidrelétrica, que representa mais de 60% da matriz elétrica nacional (NADIR et al. 2016).

Esse sistema também possui baixo impacto ambiental se comparada a outras fontes renováveis. Para construção de usinas hidrelétricas, é necessário a formação de reservatórios e alteração de ecossistemas, a instalação de painéis solares pode ser realizada em telhados e terrenos degradados, reduzindo danos ao meio ambiente (BANDEIRA, 2017). Também é possível implementar projetos solares em áreas desérticas ou improdutivas, sem a necessidade de desmatamento ou desapropriação de comunidades.

A vida útil dos painéis solares, pode superar 25 anos, contribuindo para a sustentabilidade da tecnologia, durante esse período, um sistema fotovoltaico pode gerar milhares de quilowatts-hora de energia elétrica limpa, compensando as emissões associadas à sua fabricação, transporte e instalação. Estudos mostram que o tempo de retorno energético de um painel solar – ou seja, o tempo necessário para que ele gere a mesma quantidade de energia usada em sua produção – varia entre 1 e 3 anos, dependendo da eficiência e localização do sistema (XAVIER, 2022). Ao longo de sua vida útil, um painel solar pode gerar de 8 a 25 vezes a energia consumida em sua fabricação, tornando-se uma solução altamente eficiente e sustentável.

A reciclagem de módulos fotovoltaicos também tem avançado, reduzindo o impacto ambiental no final de sua vida útil. A União Europeia já exige que os fabricantes de painéis solares sejam responsáveis pela reciclagem de seus componentes ao término de seu ciclo de vida, possibilitando o reaproveitamento de materiais valiosos como silício, prata e alumínio (BANDEIRA, 2017). Embora o Brasil ainda esteja em estágios iniciais de regulamentação, o avanço da tecnologia e da economia circular pode tornar a reciclagem de painéis solares uma prática comum nas próximas décadas.

A descentralização da geração de energia também é um benefício importante da energia solar. A possibilidade de instalar sistemas solares em residências, comércios e indústrias diminui a necessidade de investimentos em infraestrutura de transmissão e distribuição, reduzindo as perdas energéticas ao longo do percurso. Segundo a ANEEL (2022), cerca de 15% da eletricidade gerada no Brasil é perdida durante a transmissão e distribuição devido à distância entre os centros de geração e consumo. A geração distribuída proporcionada pela energia solar pode minimizar essa perda, aumentando a eficiência energética e garantindo maior segurança no abastecimento.

Além disso, a geração distribuída fortalece a recuperação do sistema elétrico, reduzindo a sobrecarga das redes de transmissão e tornando o fornecimento de eletricidade mais confiável, especialmente em regiões propensas a apagões.

A energia solar também pode ser uma ferramenta poderosa para inclusão social e desenvolvimento sustentável. Programas de eletrificação rural com painéis solares têm levado energia a comunidades remotas, que anteriormente dependiam de geradores a diesel, proporcionando acesso à iluminação, refrigeração e comunicação, essenciais para a melhoria da qualidade de vida e o crescimento econômico local (BEZERRA, 2021). A energia solar também tem sido utilizada em sistemas de irrigação e abastecimento de água no agronegócio, aumentando a eficiência no uso da água e reduzindo os custos de produção agrícola.

#### 4.4 Desafios e Perspectivas Futuras da Energia Solar no Brasil

Apesar do crescimento acelerado da energia solar no Brasil, pelo avanço tecnológico e maior conscientização ambiental, a adoção dessa fonte ainda enfrenta desafios estruturais, econômicos e regulatórios. Dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2022) indicam que a energia solar representava aproximadamente 11,3% da matriz elétrica brasileira no final de 2022, um avanço significativo em relação aos 1,5% registrados em 2017. No entanto, a expansão ainda está concentrada em grandes centros urbanos e consumidores com maior poder aquisitivo, evidenciando desigualdades no acesso à tecnologia.

A distribuição da energia solar no Brasil apresenta disparidades regionais. Dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2023) apontam que 70% da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica está concentrada nas regiões Sudeste e Nordeste, enquanto estados do Norte, como Amazonas e Roraima, possuem baixa adoção dessa tecnologia. Essas desigualdades se devem à falta de incentivos para regiões remotas e à infraestrutura elétrica precária, dificultando a integração da geração distribuída à rede nacional.

Pesquisas realizadas pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA, 2022) demonstram que, estados como São Paulo e Minas Gerais, onde há maior incentivo fiscal e linhas de crédito facilitadas para microgeração solar, a adesão de consumidores residenciais é quase três vezes maior do que em estados com políticas menos desenvolvidas. Essa discrepância ressalta a importância de políticas públicas regionais que promovam o acesso equitativo à tecnologia.

A obtenção de licenças e a regularização de sistemas fotovoltaicos no Brasil ainda são processos burocráticos e demorados, especialmente para grandes projetos. O Instituto Escolhas (2023) aponta que o tempo médio para aprovação de um projeto solar de médio porte é de aproximadamente 12 meses, comparando com países como Alemanha e nos Estados Unidos, esse prazo é de 4 a 6 meses. A demora na aprovação afeta a competitividade do setor e desencoraja investimentos, principalmente de pequenos e médios empreendedores.

A instabilidade nas regras de compensação da energia gerada representa outro desafio regulatório. Embora o Marco Legal da Geração Distribuída (Lei nº 14.300/2022) tenha estabelecido diretrizes para a transição tarifária, ainda há incertezas quanto à aplicação dessas regras a longo prazo. A Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2023) alerta que mudanças abruptas na política tarifária podem reduzir o retorno sobre o investimento em até 35%, tornando a energia solar menos atrativa.

O crescimento da energia solar também enfrenta obstáculos relacionados a financiamento. Embora o número de contratos de financiamento tenha crescido 280% nos últimos cinco anos, 60% dos recursos foram destinados a empresas, enquanto apenas 40% beneficiaram consumidores residenciais (BNDES, 2023). As altas taxas de juros no Brasil também dificultam o acesso a linhas de crédito,

quando comparado a países da Europa como Portugal e França, que oferecem subsídios de até 50% para a instalação de sistemas solares (IEA, 2023).

Além das dificuldades na obtenção de linhas de crédito, a falta de incentivos para consumidores de baixa renda impede o acesso à tecnologia. Programas como o Luz para Todos poderiam ser ampliados para incluir subsídios à instalação de painéis solares em comunidades carentes, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e aumentando a segurança energética em áreas isoladas. A infraestrutura elétrica brasileira também enfrenta desafios técnicos para acomodar a crescente adoção de sistemas solares. O sistema de transmissão e distribuição foi projetado para uma matriz energética centralizada, baseada em grandes hidrelétricas e termelétricas. A integração da geração distribuída exige investimentos em modernização e adaptação tecnológica.

A limitação do armazenamento de energia é outro entrave. A geração solar é intermitente e depende da radiação solar, o que pode gerar sobrecarga na rede durante o dia e déficits à noite. O Brasil ainda investe pouco em tecnologias de armazenamento, como baterias de íons de lítio (IRENA, 2023), enquanto países como China e Estados Unidos já possuem programas mais estruturados de incentivo ao armazenamento. Essas redes permitem integrar eficientemente a energia solar, otimizando o consumo e reduzindo desperdícios. No entanto, menos de 20% das concessionárias de energia no Brasil têm planos estruturados para digitalizar a rede (EPE, 2023), o que pode dificultar a plena integração da energia solar ao sistema elétrico.

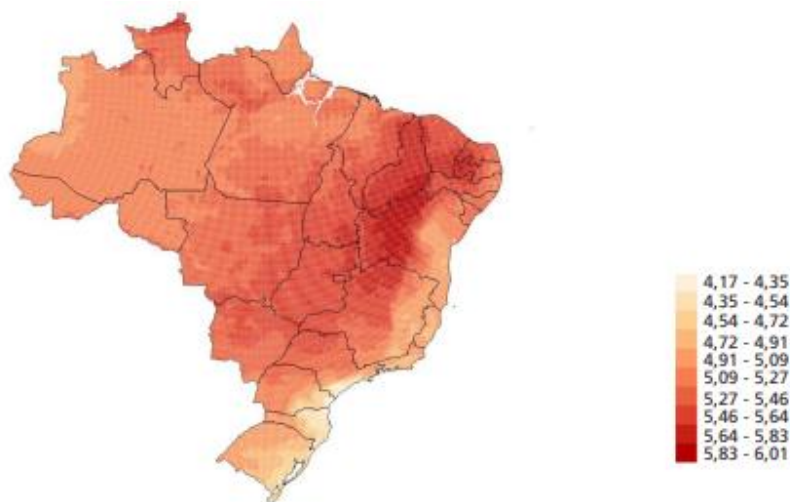
Apesar dos desafios, a energia solar se consolida como uma alternativa viável para o Brasil. Para garantir sua continuidade e maximizar benefícios, é necessário superar barreiras em financiamento, infraestrutura e regulamentação. A tendência de queda nos preços dos equipamentos fotovoltaicos e o aumento da eficiência são fatores positivos, e as possibilidades são bastante promissoras, com uma previsão de capacidade instalada de mais de 100 GW até 2032, segundo o PDE 2032 da EPE (2023), tornando-se a segunda principal fonte de eletricidade do país, atrás apenas da energia hidrelétrica.

## 5. RESULTADO

A energia solar está se consolidando como uma alternativa viável dentro da matriz energética brasileira, impulsionada pelo seu elevado potencial de radiação e pela necessidade de diversificação das fontes de energia. A análise dos dados coletados demonstra que o crescimento do setor tem sido expressivo nos últimos anos, devido avanços tecnológicos, incentivos governamentais e a conscientização sobre a importância da sustentabilidade energética (DANTAS *et al.*, 2018).

O aumento na base instalada de energia solar no Brasil vem acompanhada de um cenário repleto de desafios, mas também oferece muitas oportunidades, especialmente quando se considera sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e para a diversificação da matriz energética do país. O Brasil, com sua grande área territorial e alta incidência solar, apresenta condições ideais para a adoção em larga escala de sistemas fotovoltaicos. A seguir, a Figura 3 ilustra a incidência solar média diária no país, com destaque para as áreas mais propícias à implementação dessa tecnologia.

**Figura 3** – Brasil: incidência solar média diária (Em kWh/m<sup>2</sup>)



**Fonte:** Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), 2016.

A análise da Figura 3 demonstra que as regiões Centro-Oeste e Nordeste apresentam os maiores índices de radiação solar, com médias que variam entre

5,5 e 6,3 kWh/m<sup>2</sup> por dia. Esse fator confere alto grau de eficiência aos sistemas fotovoltaicos nessas áreas, justificando a concentração de projetos de grande porte. Apesar da grande possibilidade de expansão da energia elétrica fotovoltaica, o Brasil ainda enfrenta desafios relacionados ao alto custo inicial dos sistemas e às barreiras regulatórias (CARVALHO et al., 2019).

Estudos indicam que o tempo de retorno do investimento (payback) de um sistema residencial varia entre quatro e seis anos, dependendo da região e da tarifa de eletricidade vigente (ANEEL, 2022). Esse período de retorno tem diminuído com a redução dos custos dos equipamentos e o avanço das linhas de financiamento, mas ainda representa um entrave para consumidores de baixa renda, que frequentemente não têm acesso a condições favoráveis de crédito para a aquisição desses sistemas.

A análise dos dados coletados demonstra que a redução dos custos pode ser facilitada por políticas públicas, programas de incentivo fiscal e isenção de ICMS para equipamentos fotovoltaicos. Algumas iniciativas estaduais têm apresentado resultados positivos, como em Minas Gerais, onde a isenção tributária para painéis solares tem favorecido a adesão de consumidores residenciais e industriais (SOUZA; GIMENES, 2018). Além disso, programas de financiamento específicos, como aqueles promovidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), têm ajudado pequenos e médios empresários, no investimento em geração distribuída, reduzindo seus custos operacionais e aumentando a competitividade do setor.

No entanto, a viabilidade econômica da energia solar vai além da análise dos custos iniciais. Estudos como o de DALFOVO et al. (2019) apontam que o retorno sobre o investimento ocorre principalmente por meio da redução nas tarifas de energia elétrica, o que pode gerar economias significativas para consumidores com alto consumo. Dados da ANEEL (2020) confirmam que a instalação de sistemas solares pode reduzir as contas de luz em até 95%, dependendo da capacidade instalada do sistema. Além disso, a geração de créditos de energia em sistemas de geração distribuída pode aumentar o retorno financeiro (SOUZA; GIMENES, 2018).

A estrutura regulatória desempenha um papel crucial na viabilização da energia solar. A implementação do Marco Legal da Geração Distribuída (Lei nº 14.300/2022) trouxe mudanças significativas nas regras de compensação da

energia gerada pelos micros e minigeradores, garantindo maior previsibilidade ao setor. No entanto, a introdução gradual de encargos sobre a energia compensada tem gerado incertezas para pequenos geradores, o que pode impactar negativamente a adesão de novos consumidores ao longo dos próximos anos (ABSOLAR, 2023). Esse fator levanta questionamentos sobre a necessidade de políticas de longo prazo que incentivem a expansão da energia solar sem prejudicar a estabilidade financeira das distribuidoras.

Além da economia gerada na conta de energia dos consumidores, o setor solar tem contribuído para a geração de empregos em diferentes segmentos da cadeia produtiva. Segundo a ABSOLAR (2023), o mercado fotovoltaico brasileiro foi responsável por mais de 100 mil novos postos de trabalho entre 2019 e 2022, abrangendo desde a produção de equipamentos até serviços técnicos especializados. Esse crescimento demonstra a importância da energia solar não apenas para a segurança energética, mas também como motor de desenvolvimento econômico.

A descentralização da geração de energia elétrica também representa um avanço proporcionado pela energia solar. A possibilidade de microgeração e minigeração distribuída tem permitido que consumidores residenciais, comerciais e industriais reduzam sua dependência das concessionárias, promovendo mais autonomia energética e reduzindo perdas na transmissão de eletricidade (DANTAS et al., 2018). No entanto, a infraestrutura elétrica brasileira ainda precisa de investimentos para garantir a integração eficiente da energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos à rede nacional.

Além dos aspectos econômicos e regulatórios, a análise dos dados destaca o impacto ambiental positivo da energia solar. Diferente das fontes fósseis, a geração fotovoltaica não emite gases de efeito estufa durante sua operação e reduz o uso de usinas termelétricas, que possuem custos elevados e alta emissão de poluentes. Segundo estudos recentes, cada megawatt-hora (MWh) gerado por sistemas solares evita a emissão de aproximadamente 700 kg de CO<sub>2</sub>, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas (ROSA; GASPARIN, 2016).

Para que a energia solar atinja um nível mais amplo de adoção, é fundamental que haja políticas públicas mais robustas voltadas para a inclusão energética. Atualmente, o acesso à energia solar ainda é limitado, sendo mais

acessível a consumidores com maior poder aquisitivo. Programas de incentivo, como subsídios e linhas de crédito específicas para microgeradores de baixa renda, podem ser fundamentais para garantir que os benefícios dessa tecnologia sejam distribuídos de maneira mais equitativa (BEZERRA, 2021).

O desenvolvimento de baterias de íons de lítio e sistemas híbridos, por exemplo, pode solucionar o problema da intermitência da geração solar e permitir aproveitamento mais eficiente da eletricidade gerada (RIBEIRO, 2018). O investimento em pesquisa e desenvolvimento é fator crucial para garantir a competitividade da energia solar no longo prazo.

Adicionalmente, a energia solar tem um papel crucial na inclusão social. Em regiões rurais e isoladas, onde a infraestrutura elétrica convencional é limitada ou inexistente, os sistemas fotovoltaicos oferecem uma solução viável, proporcionando uma fonte de energia mais barata e confiável, e melhorando as condições de vida da população. Souza et al. (2019) destacam que, no Nordeste brasileiro, a instalação de sistemas solares em pequenas propriedades rurais tem permitido a geração de energia sustentável, promovendo benefícios tanto econômicos quanto sociais. Esse modelo de geração descentralizada pode diminuir a dependência das comunidades em relação às fontes de energia externas, frequentemente caras e instáveis.

### 5.1 Viabilidade Econômica da Energia Solar

A viabilidade econômica da energia solar pode ser confirmada por meio de indicadores financeiros, como o Payback, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Métodos que são utilizados para avaliar o retorno sobre o investimento (ROI) em sistemas fotovoltaicos, considerando pontos como custo inicial, economia na conta de energia e incentivos governamentais.

O payback pode ser simples (que considera apenas a recuperação do investimento) ou descontado (considerando o valor do dinheiro no tempo). Neste estudo, utilizamos o modelo simples, que é mais utilizado na análise de investimentos em energia solar.

Conforme estudos recentes, o custo médio de um sistema fotovoltaico residencial no Brasil é de R\$ 25.000,00 para uma instalação de 5 kWp, capaz de

gerar cerca de 600 kWh/mês. Considerando uma tarifa média de energia elétrica de R\$ 0,82/kWh (ANEEL, 2022), a economia mensal pode ser estimada em:

$$Economia\ Mensal = 600 \times 0,82 = R\$492,00$$

Com essa economia, o tempo necessário para recuperar o investimento inicial seria:

$$Payback = \frac{Investimento\ inicial}{Investimento\ Mensal} = \frac{25000}{492} \cong 4,2\ anos$$

Isso implica no retorno após aproximadamente 4 anos e 2 meses, o investimento no sistema fotovoltaico estaria pago, e o consumidor passaria a ter eletricidade sem custos adicionais, exceto pela taxa de manutenção mensal.

A energia solar no Brasil apresenta vantagem econômica significativa em relação à energia convencional, devido à sua natureza renovável e à inexistência de custos com combustíveis. O custo de geração da energia solar fotovoltaica é estável, o que proporciona uma previsibilidade de preços a longo prazo.

Por exemplo, os consumidores que optam pela instalação de sistemas fotovoltaicos podem ter uma redução de até 95% na conta de energia elétrica, dependendo da potência instalada e da região onde vivem (SANTOS, 2022).

O modelo de negócios de usinas solares vem atraindo investimentos, com empresas como a Canadian Solar e a Enel Green Power operando grandes projetos no Nordeste do Brasil.

A geração de energia solar, além de ser uma solução ambientalmente sustentável, tem se mostrado cada vez mais competitiva em termos de custo-benefício, em um cenário de alta nas tarifas de energia elétrica gerada por fontes fósseis.

## 5.2 Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma ferramenta também utilizada para avaliação da viabilidade de projetos de energia solar, pois permite analisar a rentabilidade de um investimento ao longo do tempo. O VPL considera o fluxo

de caixa gerado pelo projeto e desconta esses fluxos, levando em conta o custo de oportunidade do capital e a temporalidade dos fluxos financeiros.

Para calcular o VPL de um sistema solar, utilizamos os seguintes parâmetros:

- Investimento Inicial: R\$ 25.000,00
- Economia Anual: R\$ 5.904,00
- Vida útil do sistema: 25 anos
- Taxa de desconto: 8% ao ano (valor médio adotado em análises energéticas)

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Onde:

- $F_t$  = Fluxo de caixa anual (R\$ 5.904,00)
- $r$  = Taxa de desconto (8%)
- $n$  = Vida útil do sistema (25 anos)
- $C_0$  = Investimento inicial (R\$ 25.000,00)

$$VPL = \sum_{t=1}^{25} \frac{5.904}{(1,08)^t} - 25.000$$

A soma dos fluxos de caixa descontados resulta em R\$ 52.630,00, e subtraindo o investimento inicial, temos:

$$VPL = 52.630 - 25.000 = 27.630$$

Como  $VPL > 0$ , conclui-se que o projeto é economicamente viável e gera lucro ao longo do tempo.

O cálculo do VPL é utilizado na análise de viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos, pois permite ao investidor avaliar, a rentabilidade do projeto. O VPL ajuda a comparar diferentes alternativas de investimento e a tomar decisões baseadas em critérios financeiros sólidos.

### 5.3 Cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR)

Isso significa que, após aproximadamente 4 anos e 2 meses, o investimento no sistema fotovoltaico estaria pago, e o consumidor passaria a obter eletricidade sem custos adicionais, exceto pela manutenção periódica.

De acordo com Gitman (2010), a TIR é essencial para a tomada de decisão, pois ela pode ser comparada com a taxa mínima exigida pelo investidor, que, normalmente, é a taxa de desconto utilizada para calcular o VPL. Se a TIR for superior à taxa mínima, o investimento é considerado atraente, pois a rentabilidade do projeto supera o custo de oportunidade do capital.

A TIR é calculada através da seguinte equação do VPL:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - C_0 = 0$$

Onde:

- $FC_t$  é a movimentação financeira no tempo t.
- $TIR$  é a taxa interna de retorno, que estamos buscando calcular.
- $C_0$  é o valor do investimento inicial.
- $n$  é o número total de períodos.

Para determinar a TIR, normalmente é preciso utilizar recursos computacionais, como uma planilha de cálculo (Excel) ou calculadora HP, uma vez que a fórmula não pode ser solucionada diretamente de maneira algébrica.

Exemplo Prático:

Com base nos dados fornecidos no cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), foi possível calcular a TIR do projeto, utilizando fluxos de caixa anuais de 5.904 e um investimento inicial de 25.000. A taxa de desconto aplicada no cálculo do VPL foi de 8% ao ano.

Após a análise, obteve-se uma TIR estimada de 16,2% ao ano, um valor significativamente superior à taxa de desconto de 8%. Isso significa que a rentabilidade do investimento em energia solar supera as expectativas do investidor, o que o torna uma opção atraente.

A TIR de 16,2% ao ano indica que o projeto de energia solar oferece uma rentabilidade superior à de muitos investimentos tradicionais, como a poupança ou CDBs de baixo risco, que geralmente apresentam retornos bem inferiores. Por exemplo, considerando que a poupança oferece uma rentabilidade próxima de 6% a 7% ao ano, o investimento em energia solar se apresenta como uma alternativa financeira mais vantajosa, especialmente quando se considera o longo prazo e os benefícios adicionais, como a redução de custos com energia elétrica.

## CONCLUSÃO

Este estudo analisou a viabilidade econômica e os impactos socioeconômicos da expansão da energia solar no Brasil, embasando-se em uma revisão de literatura e na discussão de fatores regulatórios, econômicos e ambientais. A pesquisa evidenciou que a energia solar representa uma alternativa promissora para a diversificação da matriz energética nacional, especialmente devido à alta incidência solar no país e à redução progressiva dos custos tecnológicos.

A revisão da literatura demonstrou, ao longo das últimas décadas, que a energia solar tem sido objeto de crescente interesse acadêmico e político, com avanços significativos em sua regulação e implementação. Estudos analisados destacam que o potencial solar brasileiro é um dos maiores do mundo, o que viabiliza economicamente sua expansão, mas apontam também desafios persistentes, como o alto custo inicial dos sistemas, a necessidade de incentivos governamentais contínuos e as barreiras de acesso ao financiamento para consumidores de baixa renda (DANTAS et al., 2018; CARVALHO et al., 2019).

Outro aspecto relevante identificado na literatura diz respeito aos impactos socioeconômicos da energia solar. A geração de empregos no setor fotovoltaico tem crescido, beneficiando não apenas a indústria e os setores de instalação e manutenção, mas também fomentando o desenvolvimento de novas tecnologias. Estudos revisados apontam que a energia solar pode contribuir para a redução das desigualdades regionais, especialmente em áreas com elevada incidência solar, como o Nordeste e o Centro-Oeste, onde a implementação de projetos fotovoltaicos tem impulsionado o crescimento econômico e a inclusão social (BEZERRA, 2021; ABSOLAR, 2023).

Além das questões econômicas e sociais, a literatura também reforça a importância da energia solar para a sustentabilidade ambiental. A redução da dependência de fontes fósseis e a consequente diminuição das emissões de gases de efeito estufa foram amplamente discutidas nos estudos analisados, consolidando a energia solar como uma das principais aliadas no combate às mudanças climáticas (ROSA; GASPARIN, 2016). Contudo, desafios como a intermitência na geração e a necessidade de aprimoramento da infraestrutura

elétrica nacional ainda aparecem como obstáculos que precisam ser superados para garantir uma integração eficiente da energia solar ao sistema elétrico brasileiro.

Diante das reflexões proporcionadas pela revisão de literatura, conclui-se que, para que a energia solar continue sua expansão de forma sustentável, é fundamental que haja equilíbrio entre incentivos governamentais, inovação tecnológica e políticas de financiamento acessíveis. O fortalecimento de medidas regulatórias que garantam maior previsibilidade ao setor e o investimento em tecnologias de armazenamento de energia podem ser estratégias essenciais para consolidar a energia solar como uma solução acessível em longo prazo.

Conclui-se, portanto, que, este estudo reforça a relevância da energia solar para a economia e a sustentabilidade do Brasil, evidenciando que seu crescimento depende não apenas de fatores tecnológicos e econômicos, mas também de políticas públicas eficazes e de um planejamento energético estruturado. Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos que avaliem o impacto das políticas de incentivo sobre a adoção da energia solar em diferentes regiões do país, bem como a análise de modelos de financiamento mais acessíveis para a população de baixa renda.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Relatório Anual de Energia Solar no Brasil – 2023**. São Paulo: ABSOLAR, 2023.

BANDEIRA, F. DE P. M. **Aproveitamento da energia solar no Brasil: aproveitamento e perspectivas**. Disponível em: [http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9008/aproveitamento\\_energia\\_bandeira.pdf?s](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9008/aproveitamento_energia_bandeira.pdf?s). Acesso em: 10 jan. 2025..

BANDEIRA, P. R. **Impactos ambientais das fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

BEZERRA, C. A. **O crescimento da energia solar e seus impactos no setor elétrico brasileiro**. Brasília: Editora UnB, 2021.

CABELLO, A. F.; POMPERMAYER, F. M. **Energia fotovoltaica ligada à rede elétrica: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico**. Brasília: IPEA, 2013. (Texto para Discussão, n. 1812).

CARVALHO, R.; MAGALHÃES, L.; DOMINGUES, A. **Energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. São Paulo: Blucher, 2019.

CRESESB (Org.). **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito**. 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DANTAS, E.; POMPERMAYER, F. **Geração distribuída e energia solar: aspectos regulatórios e econômicos no Brasil**. Brasília: IPEA, 2018.

DALFOVO, M. S.; et al. **Viabilidade econômica da energia solar no Brasil: uma análise comparativa**. Florianópolis: UFSC, 2019.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2022: Relatório Síntese**. Brasília: EPE, 2022.

FADIGAS, E. A. F. A. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade Técnico-Econômica**. São Paulo: USP, Escola Politécnica, s.d.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 7. ed. São Paulo: Pearson, 1997.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). **Panorama da geração distribuída no Brasil: desafios e perspectivas**. São Paulo: IEMA, 2022.

INSTITUTO ESCOLHAS. **Tempo de aprovação de projetos de energia solar no Brasil e no mundo: um estudo comparativo**. São Paulo: Instituto Escolhas, 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Renewables 2023: Global status report**. Paris: IEA, 2023.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (IRENA). **Innovation Landscape for a Renewable-Powered Future**. Abu Dhabi: IRENA, 2023.

NADIR, I.; VILELA, R.; PERES, E. **Análise do mercado potencial da geração distribuída fotovoltaica no Brasil**. 2016.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Relatório de Operação – Geração Solar Fotovoltaica no Brasil**. Brasília: ONS, 2023.

RIBEIRO, A. **Sistema de Geração Fotovoltaico Interligado à Rede Elétrica e Controlado por Sistema Fuzzy**. Disponível em:

<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp116834.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2025.

ROSA, A. R. O.; GASPARIN, F. P. **Panorama da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**. *Revista Brasileira de Energia Solar*, v. 7, n. 2, p. 140–147, 2016.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cadeia de Valor da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil**. Brasília: SEBRAE, 2018.

Disponível em:

<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Cadeia%20de%20Valor%20da%20Energia%20Solar%20Fotovoltaica%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2025.

SOUZA, S. V.; GIMENES, R. M. T. **Viabilidade econômica da utilização de energia solar em sistemas de produção hidropônica**. *Informa Gepec*, v. 22, n. 2, p. 27-45, 2018.

XAVIER, A. L. **Políticas públicas para a energia solar no Brasil: desafios e soluções**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2022.