

# ANÁLISE DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA SOLAR FOTVOLTAICA NO BRASIL: ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

Helena Silva Matosinhos  
Departamento de Engenharia Elétrica  
Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

**Resumo** — A geração distribuída de energia solar fotovoltaica tem emergido como uma solução eficaz para atender à demanda crescente por energia elétrica próxima aos centros de consumo. Este trabalho visa analisar os aspectos econômicos e sociais da geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil, destacando os principais fatores que impulsionaram seu crescimento, os impactos econômicos e sociais gerados e os desafios enfrentados. Com base nessa análise, o estudo propõe uma política pública para expandir a geração distribuída solar fotovoltaica em infraestruturas públicas, incorporando a tecnologia desde o planejamento das construções e utilizando tais infraestruturas como centros de aprendizado. A pesquisa é fundamentada em uma revisão de literatura abrangente, incluindo estudos acadêmicos e dados oficiais, para embasar a proposta e oferecer uma contribuição significativa para o aprimoramento do cenário da energia solar distribuída no país.

**Palavras-chave:** — energia solar fotovoltaica, aspectos econômicos, aspectos sociais, geração distribuída

## I. INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica é essencial para o funcionamento da sociedade moderna, impactando diretamente setores econômicos e a qualidade de vida [1]. Nas últimas décadas, tem havido uma crescente preocupação com a busca por fontes de energias sustentáveis e que geram baixo impacto no meio ambiente. Desse modo, as energias renováveis têm se tornado cada vez mais revelantes, e a solar emerge como uma solução eficaz e sustentável para atender à demanda crescente por energia [2].

A energia solar fotovoltaica destaca-se por seu potencial abundante e suas características vantajosas, como redução de perdas e maior segurança energética [3]. Além de gerar baixo impacto ambiental, tem longa vida útil, baixos custos de manutenção e escalabilidade [2, 4].

A energia elétrica pode ser gerada de forma centralizada (GC), envolvendo grandes usinas e extensas redes de transmissão, ou distribuída (GD), permitindo a geração próxima ao ponto de consumo. A geração da energia solar distribuída fotovoltaica gera empregos locais na instalação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos, contribuindo para o desenvolvimento econômico da comunidade. A energia solar

também promove a inclusão social, uma vez que pode ser implementada em áreas remotas, levando eletricidade a comunidades que antes não tinham acesso a essa comodidade, melhorando a qualidade de vida e possibilitando novas oportunidades de desenvolvimento [5, 6, 7].

No Brasil, a energia solar fotovoltaica tem vivenciado um alto crescimento, impulsionado por certos fatores. Dados do International Renewable Energy Agency [8, 9] mostram que a energia solar fotovoltaica ocupa 14,4% da capacidade instalada para a energia renovável no Brasil. As regulamentações da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) desempenham um papel crucial nesse avanço. A Resolução Normativa (REN) nº 482, de 2012, proporcionou condições para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica [10]. A REN687/2015 regulamenta os limites de capacidade para micro e minigeração distribuída no Brasil e, mais recentemente, a REN nº 1059 de 2023, complementa e atualiza as diretrizes estabelecidas pela REN 482/2012. Ela tem como objetivo aprimorar as condições e procedimentos para a conexão de sistemas de micro e minigeração distribuída (MMGD), fortalecendo ainda mais a participação da energia solar fotovoltaica na matriz energética brasileira.

De acordo com dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a energia solar fotovoltaica representou 96,3% da MMGD no Brasil em 2023 [11]. A capacidade instalada da energia solar teve um aumento de 54,8% de 2022 para 2023, e a geração solar fotovoltaica cresceu 68,1% nesse mesmo período [11]. A difusão e a redução dos custos da tecnologia fotovoltaica, aliados aos reajustes nas tarifas de energia elétrica, à possibilidade de compensação de energia e injeção na rede das concessionárias e ao potencial de radiação solar do território brasileiro, são fatores determinantes para todo esse crescimento [12].

Apesar do cenário favorável para a energia solar no Brasil, a expansão da GD enfrenta desafios técnicos, políticos e econômicos que ainda precisam ser superados para que o potencial total dessa tecnologia seja plenamente aproveitado. Nos últimos anos, o paradigma energético no país mudou significativamente devido ao desenvolvimento econômico, transições políticas, avanços tecnológicos e maior conscientização ambiental [6, 3]. Nesse contexto, a GD emergiu como uma alternativa viável e sustentável, permitindo a participação ativa dos consumidores na produção de energia elétrica e contribuindo para a diversificação da matriz energética [13].

Nesse sentido, é fundamental explorar estudos que abordem a GD de energia solar fotovoltaica no Brasil para identificar os principais fatores que influenciam sua expansão. Embora existam diversos aspectos políticos, técnicos e regulatórios que fazem parte desse ecossistema, este trabalho se concentrará nos fatores econômicos e sociais. A transição para um sistema energético mais sustentável, embora desafiadora, oferece oportunidades significativas de crescimento econômico e inclusão social. A análise desses impactos visa fornecer subsídios para a tomada de decisões e o desenvolvimento de políticas públicas que possam impulsionar a geração distribuída de maneira eficaz e sustentável no Brasil.

#### A. *Objetivos Geral e Específicos*

Este trabalho visa analisar a geração distribuída de energia solar fotovoltaica no Brasil, com foco nos aspectos econômicos e sociais, para propor políticas públicas que maximizem seus benefícios e enfrentem seus desafios.

Os objetivos específicos são

- Analisar os fatores principais que impulsionaram o crescimento da geração distribuída de energia solar fotovoltaica no Brasil.
- Examinar os impactos econômicos e sociais dessa forma de geração, destacando tanto os benefícios econômicos quanto as oportunidades de inclusão social.
- Propor uma política pública ou ação específica que possa otimizar os benefícios econômicos e sociais da geração distribuída solar fotovoltaica, com base nas análises realizadas.

#### B. *Estrutura do Trabalho*

Este trabalho é organizado em cinco seções. Esta primeira sessão introduz o tema da geração distribuída com foco na energia solar fotovoltaica, apresentando o contexto e os objetivos do estudo. Na segunda sessão, é realizada a revisão bibliográfica, abordando a evolução e o desenvolvimento da GD solar fotovoltaica, seus benefícios e desafios, potenciais de utilização e algumas recentes iniciativas de inserção dessa tecnologia na sociedade. A terceira sessão descreve a metodologia utilizada na pesquisa. Na quarta sessão, são apresentadas as análises e os resultados obtidos, com ênfase nos impactos econômicos e sociais. Finalmente, na quinta sessão, são expostas as conclusões do estudo e as propostas de políticas públicas baseadas nas análises realizadas.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### A. *Introdução*

A energia solar fotovoltaica tem se consolidado como uma alternativa significativa no cenário energético global e brasileiro e tem sido objeto de crescente interesse desde a década de 1990,

quando surgiram as primeiras iniciativas voltadas para a implementação desse modelo de geração. Esse período foi marcado por crises energéticas, como a crise do petróleo, que impulsionaram reformas no setor elétrico brasileiro, segmentando-o em geração, transmissão e distribuição [14, 15].

Ao longo dos anos, com o desenvolvimento do conceito de geração distribuída, foi fundamental compreender a distinção entre gerações em grandes e pequenas escalas. No contexto específico das instalações fotovoltaicas, é possível tanto gerar eletricidade de forma centralizada como distribuída. Um aspecto essencial é a possibilidade de conexão dessas unidades de geração à rede elétrica, que desempenha um papel crucial na viabilização e integração da GD no sistema elétrico. Dessa forma, surgiram programas, órgãos reguladores, projetos-piloto e estudos tanto focados na GD, como uma alternativa viável para diversificar a matriz energética e promover o uso de fontes renováveis, sobretudo a energia solar fotovoltaica.

Recentemente, discussões sobre a inserção de painéis solares no programa “Minha Casa Minha Vida” demonstram o potencial de ampliação da GD fotovoltaica por causas sociais, apesar dos desafios relacionados à manutenção e à compra da energia excedente pelas concessionárias.

Todos esses fatores são cruciais para o crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil, impulsionando a instalação de sistemas em residências, comércios e indústrias, e estabelecendo a GD como um componente essencial da matriz energética nacional. Além de contribuir para a segurança energética, a expansão da GD tem gerado impactos econômicos expressivos, como a criação de empregos locais na instalação e manutenção dos sistemas, além de estimular o desenvolvimento de novas cadeias produtivas. Socialmente, a GD tem promovido a inclusão e melhoria da qualidade de vida em regiões antes marginalizadas, ao proporcionar acesso à eletricidade em áreas remotas e reduzir custos energéticos para famílias de baixa renda.

### B. *Evolução e Desenvolvimento da Geração Distribuída Solar Fotovoltaica*

No Brasil, programas como o Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (PRODEEM), criado em 1994, que visava levar eletricidade a localidades isoladas por meio de fontes renováveis, incluindo a solar fotovoltaica, desempenharam um papel relevante ao promover o uso da energia solar [16, 17]. Esse programa foi seguido por outras iniciativas como o Programa Nacional de Eletrificação Rural, conhecido como 'Luz no Campo', lançado em 1999, com o objetivo de melhorar as condições socioeconômicas nas áreas rurais através do uso de fontes alternativas de energia [18, 19]. Em 2003, o Programa Nacional de Universalização de Acesso e Uso da Rede Elétrica, 'Luz para Todos', foi instituído, instalando milhares de sistemas fotovoltaicos em áreas remotas [6, 20].

A produção industrial de painéis solares no Brasil começou na década de 1980, quando foram montados módulos solares

usando componentes importados. Essa experiência inicial abriu caminho para que o país começasse a produzir seus próprios materiais solares. Nos anos seguintes, especialmente a partir de 1994, houve um crescimento significativo nas pesquisas e na aplicação de tecnologias solares.

Em 2000, o Brasil iniciou a instalação de sistemas solares conectados à rede elétrica (*on grid*). Esses sistemas permitiram que a energia solar gerada em residências e empresas fosse compartilhada com a rede pública, beneficiando não apenas os produtores, mas também a comunidade ao redor.

Em 2004, após o racionamento de energia de 2001, o Brasil passou por uma nova reforma no setor elétrico, que incentivou o desenvolvimento de novas tecnologias e incluiu, pela primeira vez, a geração distribuída (GD) como uma possível fonte de energia, conforme mencionado na Lei 10.848/04 [21]. Nesse mesmo ano, foram criadas a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), com o objetivo de promover estudos no setor energético e facilitar a comercialização de energia elétrica no mercado.

Em 2008, o governo implementou isenções fiscais significativas, como a isenção do ICMS e a redução a zero do IPI para equipamentos de geração fotovoltaica, incentivando ainda mais o crescimento da energia solar no Brasil [10]. Além disso, em 2007, foi criado o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS), um conjunto de incentivos fiscais federais destinado a atrair investimentos na área de semicondutores, beneficiando diretamente a indústria solar fotovoltaica [6].

Paralelamente, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) promoveu consultas públicas e desenvolveu regulamentações que facilitaram a expansão da GD, enquanto o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e outras instituições financeiras introduziram linhas de financiamento específicas para projetos de energia solar, como o FNE SOL do Banco do Nordeste [22, 23].

A geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil ganhou destaque com a implementação de regulamentações como a REN nº 482/2012, a REN687/2015 e a REN nº 1059/2023, que facilitaram a microgeração e minigeração distribuída [7]. Em 2023, a energia solar representou 96,3% da microgeração e minigeração distribuída no país (EPE, 2024). A redução dos custos tecnológicos e a compensação de energia foram fatores-chave para esse crescimento [12].

Em 2023, a ANEEL regulamentou o Marco Legal da Micro e Minigeração Distribuída (Lei nº 14.300/2022), estabelecendo regras para a injeção de energia excedente na rede elétrica com compensações financeiras, além de prazos e tarifas diferenciadas para microgeração e minigeração. Simultaneamente, o Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL financiou a instalação de sistemas fotovoltaicos em prédios públicos e residências de baixa renda. Em parceria com o Ministério da Educação e o setor privado, diversas escolas

públicas foram equipadas com essa tecnologia, promovendo a educação sobre energias renováveis [24].

Além das políticas públicas, instituições educacionais como o SENAI têm desempenhado um papel crucial na capacitação de profissionais para o setor de energia solar. Com unidades que possuem sistemas solares em funcionamento, como a Casa Solar no SENAI Taguatinga, essas instalações são utilizadas como ferramentas práticas para treinamento [25]. O curso de Instalador de Sistemas Fotovoltaicos, com 160 horas de duração, é um bom ponto de partida, mas pode ser considerado breve para uma formação mais aprofundada, indicando a necessidade de programas de treinamento mais extensos para maior especialização.

Essas iniciativas demonstram um comprometimento contínuo com a expansão da geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil, reforçando a importância de um desenvolvimento sustentável e equilibrado.

### C. Benefícios e Desafios

A geração distribuída de energia solar fotovoltaica apresenta uma série de benefícios tanto para os consumidores como para o sistema elétrico. Entre os principais benefícios estão:

- Redução dos custos de energia: os sistemas fotovoltaicos permitem que os consumidores gerem sua própria energia, reduzindo a dependência da rede elétrica convencional e, consequentemente, diminuindo os custos com energia elétrica [7, 26].
- Sustentabilidade ambiental: considerada uma fonte de energia limpa, ela não emite poluentes ou gases de efeito estufa durante sua geração, o que contribui para a redução da pegada de carbono e para a preservação do meio ambiente. Entretanto, existem diversas discussões quanto ao descarte dos materiais, fator que deve ser levado em consideração [6, 27].
- Estímulo à economia local: a instalação dos sistemas fotovoltaicos gera empregos na área de projetos, instalação e manutenção [14, 28].
- Autonomia energética para os consumidores: ao ser capaz de produzir a própria energia de forma sustentável e renovável, o consumidor ganha independência em relação à rede elétrica convencional.

Apesar dos benefícios, a GD de energia solar fotovoltaica enfrenta alguns desafios que precisam ser superados. Alguns dos principais desafios incluem:

- Custo inicial: O investimento inicial para a instalação de sistemas fotovoltaicos pode ser considerado alto para alguns consumidores, o que dificulta a adesão à geração distribuída [26].

- Integração à rede elétrica: requer um planejamento adequado e a implementação de medidas de controle para garantir a estabilidade e a segurança do sistema.
- Regulamentação e incentivos governamentais: mesmo que existentes, pode-se considerar que ainda faltam ações para alavancar a geração distribuída. A conexão e compensação de energia podem variar entre diferentes localidades, bem como os impostos e suas isenções.
- Capacitação técnica: necessidade de profissionais capacitados e qualificados para projetar, instalar e manter os sistemas fotovoltaicos, garantindo a eficiência e a segurança das instalações [28, 29].

Ao compreender os benefícios e desafios da geração distribuída de energia solar fotovoltaica, é possível identificar as oportunidades de melhoria e buscar soluções para maximizar os benefícios e superar os desafios.

#### *D. Potencial de Utilização*

O potencial de utilização da energia solar fotovoltaica no Brasil é significativo, devido à sua localização geográfica e ao alto índice de radiação solar. A expansão da GD pode promover uma maior participação dos consumidores na produção de energia [4], seja eles de diversos setores. Alguns exemplos de aplicações e áreas de potencial são:

- Residências e edifícios comerciais: A geração distribuída solar pode ser implementada em residências e edifícios comerciais para suprir parte ou toda a demanda de energia elétrica dessas unidades, reduzindo a dependência da rede elétrica convencional e proporcionando economia aos proprietários.
- Setor industrial: As indústrias podem se beneficiar da geração distribuída solar, utilizando-a para alimentar equipamentos e processos produtivos, reduzindo os custos de energia e contribuindo para a sustentabilidade do setor.
- Agricultura e irrigação: A geração distribuída solar pode ser utilizada na agricultura para alimentar sistemas de irrigação, proporcionando uma fonte de energia sustentável e reduzindo os custos operacionais dos agricultores [30].
- Infraestrutura pública: A energia solar fotovoltaica distribuída pode ser adotada em infraestruturas públicas, como escolas, hospitais, postos de saúde, iluminação pública, entre outros, contribuindo para a redução dos gastos públicos com energia e promovendo a sustentabilidade ambiental.
- Comunidades isoladas: Em regiões remotas ou comunidades isoladas, onde a conexão à rede elétrica convencional é inviável, a geração distribuída solar pode ser uma solução eficiente e econômica para suprir a demanda energética dessas comunidades.

O potencial da geração distribuída de energia solar fotovoltaica no Brasil é significativo, considerando o amplo território e a disponibilidade de radiação solar ao longo do país. Com um planejamento adequado, incentivos e políticas públicas favoráveis, é possível explorar esse potencial e expandir ainda mais a adoção da energia solar fotovoltaica distribuída em diversas áreas e segmentos da sociedade.

#### *E. Iniciativas da Inserção da Energia Solar em Infraestrutura Pública*

Diversas iniciativas têm surgido no Brasil, promovendo a adoção de energia solar em infraestruturas públicas, com impactos econômicos e sociais relevantes:

- Escolas Públicas: Como parte de um programa estadual, escolas públicas na Bahia receberão sistemas de energia solar. A instalação de 198 painéis fotovoltaicos em 3 escolas na cidade de Salvador no ano de 2025 resultará em uma economia anual de cerca de R\$120 mil aos cofres públicos [31, 32].
- Programa Minha Casa Minha Vida: O governo federal incluiu energia solar no programa habitacional Minha Casa Minha Vida para 2024, fornecendo painéis solares para habitações populares. Esta iniciativa reduz as contas de luz para famílias de baixa renda e promove o uso de fontes renováveis em larga escala, alinhando justiça social com sustentabilidade ambiental.
- Projeto Solar Fotovoltaico da USP: A Universidade de São Paulo implementou um projeto de geração solar, concluído em 2014 e premiado em 2015, que integra a energia solar em suas operações. Além de reduzir custos, o projeto serve como um laboratório vivo para estudantes e pesquisadores, fomentando o conhecimento e a inovação no campo das energias renováveis [33].
- Hospital Moinhos de Vento: Um dos maiores hospitais do Brasil investiu R\$1 milhão em 2023 para implementar painéis solares em sua unidade. Este projeto demonstra como a adoção de energia solar pode beneficiar tanto economicamente quanto ambientalmente o setor de saúde [34].
- Programa de Energia Solar em Prédios Públicos de Palmas, Tocantins: Palmas lançou um programa para equipar prédios públicos, como escolas e hospitais, com sistemas de energia solar. A iniciativa não só economiza recursos públicos, mas também promove a sustentabilidade e serve de exemplo para outras cidades [35].

- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC): A UFSC desenvolveu um novo prédio equipado com painéis solares fotovoltaicos, projetado para ser um modelo na produção de energia limpa e inaugurado em Agosto de 2023 [36]. Esse projeto não se trata apenas de adicionar tecnologia a uma estrutura existente, mas sim de uma construção pensada desde o início para integrar a energia solar. A edificação foi concebida com o objetivo de maximizar a eficiência energética, refletindo uma visão de sustentabilidade que vai além de simples adaptações, criando um espaço que serve tanto à universidade quanto ao desenvolvimento de pesquisas em energias renováveis.

Esses exemplos ilustram como a energia solar está sendo integrada a infraestruturas públicas em diferentes setores, promovendo economia e sustentabilidade.

### III. METODOLOGIA

Para a realização da análise deste estudo, foi conduzida uma revisão detalhada da literatura sobre a geração distribuída de energia solar fotovoltaica. A pesquisa envolveu a seleção e coleta de 36 documentos, incluindo artigos acadêmicos e outras fontes relevantes. A escolha das referências seguiu critérios de relevância temática, atualidade das publicações e credibilidade das fontes. A busca foi realizada em bases de dados científicas reconhecidas, como ScienceDirect e Google Scholar, utilizando termos-chave como "geração distribuída de energia solar fotovoltaica", "energia fotovoltaica no Brasil", "aspectos econômicos", "aspectos sociais" e "projetos de energia solar".

Foram definidos critérios de inclusão para garantir que os trabalhos abordassem aspectos históricos, econômicos, políticos e sociais relacionados à geração distribuída solar. Documentos com foco exclusivo em análises técnicas ou que discutiam outras fontes de energia e geração centralizada foram excluídos. A coleta resultou em 23 trabalhos acadêmicos, publicados entre os anos 2017 e 2023, além de informações complementares de fontes reconhecidas e órgãos governamentais. Esses documentos constituíram a base para a análise e discussão dos aspectos econômicos e sociais da geração distribuída solar fotovoltaica.

### IV. ANÁLISES E RESULTADOS

A análise da geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil, sob a perspectiva histórica, econômica e social, revela um cenário promissor e desafiador. Historicamente, o país tem avançado significativamente em termos de regulamentação e incentivo à adoção de energias renováveis, posicionando-se como um mercado emergente de grande potencial. No entanto, muitas dessas políticas e ações surgiram como respostas a demandas urgentes, refletindo uma abordagem reativa diante de crises ou pressões externas. À medida que a tecnologia se integra cada vez mais à sociedade, torna-se essencial adotar uma

abordagem proativa para expandir e alavancar seu uso de forma sustentável e planejada.

Um aspecto crucial para essa expansão é a necessidade de criar uma cultura que considere a inserção dos painéis solares ainda no momento da concepção e construção das infraestruturas, como foi feito no projeto solar da Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente, a prática comum é pensar na instalação dos sistemas fotovoltaicos apenas após a conclusão da obra, o que pode resultar em desafios de adaptação e custos adicionais. Implementar essa mudança de paradigma permitirá que a infraestrutura já esteja otimizada para receber a tecnologia, maximizando seus benefícios.

Economicamente, a geração distribuída de energia solar fotovoltaica apresenta-se como uma alternativa viável e benéfica tanto para consumidores quanto para pequenos produtores. Os incentivos fiscais e financeiros disponíveis têm contribuído para a redução dos custos de instalação e operação, tornando a energia solar mais acessível e atrativa. Adicionalmente, a expansão do setor tem gerado empregos e fomentado o mercado de trabalho local, demonstrando um impacto positivo na economia.

Socialmente, a energia solar tem proporcionado melhorias na qualidade de vida das comunidades, promovendo a sustentabilidade ambiental e incentivando iniciativas comunitárias. A aceitação da população tem crescido à medida que os benefícios econômicos e ecológicos tornam-se mais evidentes. A inserção de sistemas solares em instituições de ensino, como escolas e universidades, não só reduz custos operacionais, mas também cria oportunidades educacionais. Investir na educação desde as escolas, integrando o ensino sobre energia renovável nos currículos, pode formar uma base sólida para futuras gerações. Ao adicionar painéis solares em mais escolas, é fundamental criar, simultaneamente, um programa sólido que faça com que as crianças compreendam e valorizem a energia solar. O governo, ao liderar pela implementação de sistemas solares em instituições públicas, não só dá o exemplo, mas também cria oportunidades para a conscientização e o aprendizado técnico.

No entanto, desafios como a necessidade de aprimoramento das infraestruturas, a capacitação técnica e a continuidade dos incentivos governamentais permanecem. A capacitação técnica contínua é vital não apenas para a instalação, mas também para a manutenção adequada dos sistemas solares, garantindo sua eficiência e longevidade. Nesse sentido, é importante mencionar que, embora o SENAI já ofereça cursos relacionados à energia solar fotovoltaica, é necessário criar meios para incentivar a participação da população nesses cursos, além de divulgar amplamente essas oportunidades. Superar esses desafios é essencial para o avanço contínuo e sustentável da geração distribuída no país.

Portanto, recomenda-se a continuidade das políticas de incentivo, o investimento em pesquisa e desenvolvimento, e a promoção de campanhas de conscientização para ampliar a adoção de energia solar. Estudos futuros poderão focar em áreas

específicas, como a análise do impacto das novas tecnologias e a evolução das regulamentações.

## V. CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas, é possível concluir que a geração distribuída solar fotovoltaica no Brasil apresenta um grande potencial para transformar a infraestrutura pública, trazendo benefícios econômicos e sociais significativos. As iniciativas já implementadas demonstram que a inserção de sistemas fotovoltaicos em escolas, hospitais e outras instituições públicas não apenas contribui para a redução dos custos com energia elétrica, mas também promove a criação de empregos e o desenvolvimento de uma cultura de sustentabilidade.

### A. Proposta de Política Pública

Diante desses resultados, propõe-se uma política pública que incentive a expansão da geração distribuída solar fotovoltaica em infraestruturas públicas em todo o Brasil. Essa política deve incluir a criação de programas específicos para a instalação de sistemas fotovoltaicos em escolas, hospitais e outras instituições públicas, aproveitando o potencial econômico e social dessas iniciativas. Além disso, a política deve fomentar a cultura de considerar a inserção dos painéis solares desde a fase de planejamento das construções, garantindo que as novas infraestruturas estejam preparadas para integrar essa tecnologia de maneira eficiente.

Embora existam boas regulamentações que sustentam o funcionamento da geração distribuída solar, é necessário garantir que essas regras sejam efetivamente aplicadas e aprimoradas. A possibilidade de injeção de energia excedente na rede já está prevista, mas novas regras podem ser desenvolvidas para otimizar esse processo. Além disso, é importante considerar limitações, como a relação entre o valor pago pelas concessionárias pelo excedente de energia e o impacto nos consumidores sem geração distribuída, que podem enfrentar custos mais elevados.

Além disso, é fundamental que o governo federal, em parceria com instituições como o SENAI, desenvolva e divulgue amplamente cursos técnicos voltados para a capacitação de profissionais na área de energia solar fotovoltaica. Utilizar as próprias escolas e universidades como centros de aprendizado e conscientização pode não apenas promover a inclusão social e a geração de empregos, mas também criar uma base sólida para o crescimento sustentável do setor de energia solar no Brasil. É importante destacar que a capacidade técnica para a manutenção dos sistemas deve ser desenvolvida para garantir a eficiência e a durabilidade das instalações.

### B. Considerações Finais

A expansão da geração distribuída solar fotovoltaica em infraestruturas públicas representa uma oportunidade única para o Brasil avançar em direção a um futuro mais sustentável e

economicamente viável. Ao adotar essa tecnologia em larga escala, o governo não só dá o exemplo para outros setores da sociedade, mas também promove uma cultura de inovação e responsabilidade ambiental, alinhando-se aos objetivos de desenvolvimento sustentável.

Com a implementação de políticas públicas eficazes e o investimento em capacitação técnica, o Brasil pode se tornar um líder global na adoção de energias renováveis com foco na energia solar, aproveitando seu vasto potencial solar para criar uma sociedade mais justa, inclusiva e ambientalmente consciente.

---

## REFERÊNCIAS

- [1] ANDRADE, J. V. B.; RODRIGUES, B. N.; SANTOS, I. F. S.; HADDAD, J.; FILHO, G. L. T. Constitutional aspects of distributed generation policies for promoting Brazilian economic development. *Energy Policy*, v. 143, p. 111555, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111555>.
- [2] SOUZA, N. M.; OLIVEIRA, C. B.; CUNHA, D. Photovoltaic electronic waste in Brazil: Circular economy challenges, potential and obstacles. *Social Sciences & Humanities*, v. 7, p. 100456, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssho.2023.100456>. Acesso em: 21 julho 2024.
- [3] GARLET, T. B.; RIBEIRO, J. L. D.; SAVIAN, F. S.; SILUK, J. C. M. Value chain in distributed generation of photovoltaic energy and factors for competitiveness: A systematic review. *Solar Energy*, v. 211, p. 396-411, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.09.040>. Acesso em: 21 julho 2024.
- [4] VALER, L. R.; MANITO, A. R. A.; RIBEIRO, T. B. S.; ZILLES, R.; PINHO, J. T. Issues in PV systems applied to rural electrification in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 78, p. 1033-1043, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.016>. Acesso em: 22 julho 2024.
- [5] CHAVES, A. S. Tecnologias de eletricidade limpa podem resolver a crise climática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, e. 20210361, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0361>. Acesso em: 22 julho 2024.
- [6] COSTA, V. B. F.; SCIANNI, L.; MIRANDA, R. C.; BONATTO, B. Assessment of the status and trends of photovoltaic distributed generation in Brazil: An in-depth approach based on big data processing. *Solar Energy*, v. 249, p. 694-711, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2022.12.018>. Acesso em: 22 julho 2024.
- [7] FERREIRA, A. et al. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 81, p. 181-191, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.102>. Acesso em: 21 julho 2024.
- [8] IRENA. International Renewable Energy Agency. *Renewable Capacity, 2022*. Disponível em: [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Apr/IRENA\\_RE\\_Capacity\\_Highlights\\_2022.pdf?la=en&hash=6122BF5666A36BEC D5AAA2050B011ECE255B3BC7#:~:text=11%20April%202022&text=Renewable%20generation%20capacity%20increased%20by,10%20GW%20\(2B8%25\)](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Apr/IRENA_RE_Capacity_Highlights_2022.pdf?la=en&hash=6122BF5666A36BEC D5AAA2050B011ECE255B3BC7#:~:text=11%20April%202022&text=Renewable%20generation%20capacity%20increased%20by,10%20GW%20(2B8%25)). Acesso em: 22 junho 2023.
- [9] IRENA. International Renewable Energy Agency. *Renewable Energy Technologies, 2024*. Disponível em: <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Technologies>. Acesso em: 17 agosto 2024.
- [10] LUNA, M. A. R.; CUNHA, F. B. F.; MOUSINHO, M. C. A. M.; TORRES, E. A. Solar photovoltaic distributed generation in Brazil: the case of resolution 482/2012. *Energy Procedia*, v. 159, p. 484-490, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.036>. Acesso em: 21 julho 2024.
- [11] EPE. Empresa de Pesquisa Energética. *Balanco Energético Nacional (BEN), Relatório Síntese / Ano Base 2023*. Disponível em:

- [https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024\\_Relatorio\\_Sintese\\_2024](https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2024_Relatorio_Sintese_2024). Acesso em: 17 agosto 2024.
- [12] HANSEN, L. A.; ZAMBRA, D. A. B. An Overview about the Brazilian Photovoltaic Market Development. *Journal of Power and Energy Engineering*, v. 8, p. 73-84, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/jpee.2020.88006> Acesso em: 22 julho 2024.
- [13] CARVALHO, M. M.; MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES, E. P. Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais. *Nova Economia*, v. 29, p. 459-485, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/4719>
- [14] BAJAY, S. et al. Geração Distribuída e Eficiência Energética: Reflexões para o setor elétrico de hoje e do futuro. *International Energy Initiative*. 1ª Edição, Campinas, 2018.
- [15] INEE. O que é Geração Distribuída, s.d. Disponível em: [http://www.inee.org.br/forum GER\\_distrib.asp](http://www.inee.org.br/forum GER_distrib.asp) Acesso em: 21 julho 2024.
- [16] ABINEE. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. Grupo Setorial de Sistemas Fotovoltaicos da ABINEE, Junho de 2012
- [17] AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS. O que é o Prodeem?, 2004. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/57317-o-que-e-prodeem/> Acesso em: 21 junho 2024
- [18] BEZERRA; CRUZ. Políticas nacionais de garantia à eletricidade no Brasil. NEXO, 16 março 2022. Disponível em: <https://pp.nexojournal.com.br/linha-do-tempo/2022/Po1%C3%ADticas-nacionais-de-garantia-%C3%A0-eletricidade-no-Brasil> Acesso em: 21 julho 2024.
- [19] BRASIL. DNN 8715, de 8 de dez. de 1999. Institui o Programa Nacional de Eletrificação Rural "Luz no Campo". Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/dnn/antior%20a%202000/1999/dnn8715.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/dnn/antior%20a%202000/1999/dnn8715.htm) Acesso em: 21 julho 2024.
- [20] ELETROBRAS. Luz para Todos Program, s.d. Disponível em: <https://eletrobras.com/en/Paginas/Luz-para-Todos.aspx> Acesso em: 21 julho 2024.
- [21] PORTAL SOLAR. Geração distribuída de energia (GD): o que é, regras, benefícios e como fazer parte, s.d. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/geracao-distribuida-de-energia.html> Acesso em: 22 julho 2024
- [22] BNDES. BNDES financiará primeira fábrica de equipamentos para energia solar do Brasil, 5 de janeiro de 2015. Disponível em: [https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20150106\\_solar](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20150106_solar) Acesso em: 21 julho 2024
- [23] BNDES. BNDS aprova primeiro financiamento para geração de energia solar, no valor de R\$529,039 milhões, 11 de maio de 2017. Disponível em: [https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprova-1-financiamento-para-gera-o-solar-de-r-529-mi#:~:text=O%20Banco%20Nacional%20de%20Desenvolvimento,191%20megawatts%20picos%20\(MWp\)](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprova-1-financiamento-para-gera-o-solar-de-r-529-mi#:~:text=O%20Banco%20Nacional%20de%20Desenvolvimento,191%20megawatts%20picos%20(MWp)) Acesso em: 22 julho 2024.
- [24] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). ANEEL regulamenta marco legal da Micro e Minigeração Distribuída. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/aneel-regulamenta-marco-legal-da-micro-e-minigeracao-distribuida>. Acesso em: 19 agosto 2024.
- [25] SENAI TAGUATINGA. Casa Solar. Disponível em: <https://www.sistemafibra.org.br/senai/taguatinga/14-noticias/50-casa-solar>. Acesso em: 19 agosto 2024
- [26] MOREIRA JÚNIOR, O.; SOUZA, C. C. Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha. *Interações*, v. 21, p. 379-387, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/t7NryC6KdCmwL4RXL4pjVfN/?lang=pt>. Acesso em: 21 junho 2024.
- [27] SILVA, L. C.; SANTOS, R. S.; MENEZES, M. B. C.; SANTOS, F. A. Crescimento da geração distribuída no Brasil e correlação entre os estados. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, v. 10, n. 3, p. 143-158, 2020. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/2373>. Acesso em: 22 julho 2024.
- [28] CARSTENS, D. D. S.; CUNHA, S. K. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. *Energy Policy*, v. 125, p. 396-404, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.063>.
- [29] GARLET, T. B.; RIBEIRO, J. L. D.; SAVIAN, F. S.; SILUK, J. C. M. Paths and barriers to the diffusion of distributed generation of photovoltaic energy in southern Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 111, p. 157-169, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.013>. Acesso em: 22 julho 2024.
- [30] HAAS, R. et al. The photovoltaic revolution is on: How it will change the electricity system in a lasting way. *Energy*, v. 265, p. 126351, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.126351>. Acesso em: 21 julho 2024
- [31] GOVERNO DA BAHIA. Mais de 150 escolas públicas baianas serão beneficiadas com geração de energia solar. *Educação Bahia*, 27 nov. 2020. Disponível em: <https://estudantes.educacao.ba.gov.br/noticias/mais-de-150-escolas-publicas-baianas-serao-beneficiadas-com-geracao-de-energia-solar>. Acesso em: 15 agosto 2024.
- [32] PORTAL SOLAR. Escolas públicas na Bahia recebem sistema de energia solar. *Portal Solar*, 6 out. 2021. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/politica/escolas-publicas-na-bahia-recebem-sistema-de-energia-solar>. Acesso em: 15 agosto 2024.
- [33] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Projeto de geração solar fotovoltaica da USP é premiado. *USP*, 3 jul. 2018. Disponível em: <https://www5.usp.br/noticias/tecnologia-2/projeto-de-geracao-solar-fotovoltaica-da-usp-e-premiado/>. Acesso em: 15 agosto 2024.
- [34] CANAL SOLAR. Hospital terá economia de R\$ 13 mil por mês com energia solar. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/hospital-tera-economia-de-r-13-mil-por-mes-com-energia-solar/>. Acesso em: 17 agosto 2024.
- [35] PALMAS. Palmas Solar Program. *TAP Potential*, 2021. Disponível em: [https://tap-potential.org/wp-content/uploads/2021/11/palmas-solar-program\\_po.pdf](https://tap-potential.org/wp-content/uploads/2021/11/palmas-solar-program_po.pdf). Acesso em: 15 agosto 2024.
- [36] G1. Universidade Federal de Santa Catarina inaugura prédio exemplar na produção de energia limpa. *Jornal Nacional*, 25 ago. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2023/08/25/universidade-federal-de-santa-catarina-inaugura-predio-exemplar-na-producao-de-energia-limpa.ghtml>. Acesso em: 15 agosto 2024.