



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE NOVA ANDRADINA
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



MATEUS SOUZA GONÇALVES

A IMPORTÂNCIA DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARA O BRASIL

**NOVA ANDRADINA-MS
2023**

MATEUS SOUZA GONÇALVES

A IMPORTÂNCIA DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA PARA O BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Jamson Justi

**NOVA ANDRADINA-MS
2023**

RESUMO

O perfil diversificado da matriz energética brasileira desempenha um papel crucial na segurança, sustentabilidade e estabilidade econômica. O objetivo deste trabalho é explorar a relevância da geração distribuída no cenário energético do Brasil, com especial ênfase na utilização da tecnologia solar fotovoltaica. A metodologia abordada é bibliográfica, utilizando-se como métodos de procedimento, os métodos histórico e comparativo. A geração distribuída (GD) destaca-se como uma abordagem inovadora, fortalecendo a resiliência do sistema elétrico. Uma legislação recente, como a Lei n. 14.300/2022 e a Resolução Normativa n. 1.059/2023, impulsiona a geração de créditos de energia, promovendo benefícios econômicos e ambientais. A energia solar surge como uma peça central na transição para um sistema mais sustentável, destacando-se pelos benefícios ecossistêmicos. O Brasil está demonstrando um compromisso claro em alcançar um futuro energético mais limpo, inclusivo e acessível.

Palavras-chave: Geração distribuída; Energia solar fotovoltaica; Matriz energética brasileira.

1. Introdução

Nos últimos anos, houve um aumento significativo na busca por fontes de energia sustentáveis e ambientalmente responsáveis em todo o mundo. O Brasil tem se destacado como um líder na adoção de alternativas que impulsionam a transição para um modelo energético mais limpo e eficiente, em meio aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela crescente demanda por energia. Nesse cenário, a geração distribuída, especialmente através da tecnologia solar fotovoltaica, surge como um pilar essencial para diversificar a matriz energética brasileira e promover uma sociedade mais sustentável (Goldemberg, 2007).

A expansão da geração distribuída é uma resposta eficaz aos desafios energéticos atuais, pois não apenas torna o sistema elétrico mais resiliente, mas também democratiza o acesso à energia e possibilita que os cidadãos participem ativamente na produção e consumo sustentáveis. Portanto, entender as bases teóricas, as mudanças regulatórias e os incentivos governamentais relacionados a essa abordagem é fundamental para compreendermos um futuro energético mais promissor alinhado às demandas ambientais globais (Bursztyn, 2020).

O objetivo central deste trabalho é explorar a relevância da geração distribuída no cenário energético do Brasil, com especial ênfase na utilização da tecnologia solar fotovoltaica. Para tanto, serão abordados aspectos que permeiam desde o crescimento da geração distribuída até os impactos regulatórios e incentivos governamentais que alicerçam essa forma descentralizada de geração de energia. Além disso, serão destacados os múltiplos benefícios associados a essa abordagem, que vão desde a redução da dependência de combustíveis fósseis até a mitigação das emissões de gases poluentes, contribuindo assim para a transformação do panorama energético nacional.

2. Referencial Teórico

2.1 Perfil da Matriz Elétrica Brasileira

A matriz energética brasileira é composta por diversas fontes de energia, cada uma contribuindo de maneira única para atender às demandas do país. Essa diversificação é fundamental para garantir a segurança energética, a sustentabilidade ambiental e a estabilidade econômica. Serão apresentadas brevemente cada uma das ofertas internas de energia no Brasil, bem como a participação setorial de cada fonte:

Biomassa: A biomassa é uma fonte de energia renovável proveniente de materiais orgânicos, como resíduos agrícolas, florestais e de processos industriais. No Brasil, a biomassa tem um papel significativo, principalmente na forma de bioenergia produzida a partir de bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de madeira. Ela é utilizada principalmente na geração de energia elétrica e térmica (Tolmasquim, 2016).

Gás Natural: O gás natural é uma fonte fóssil que desfruta de crescimento na matriz energética brasileira. Amplamente utilizado na geração de energia elétrica, aquecimento industrial e residencial, o gás natural tem ganhado importância devido à sua menor emissão de poluentes em comparação com outras fontes fósseis (Tolmasquim, 2016).

Energia Solar: A energia solar tem obtido um rápido crescimento no Brasil, impulsionado por seu potencial abundante de irradiação solar. A geração fotovoltaica converte a luz solar diretamente em eletricidade, sendo amplamente adotada em sistemas de geração distribuída, como painéis solares em residências, empresas e instalações comerciais (Nascimento, 2016).

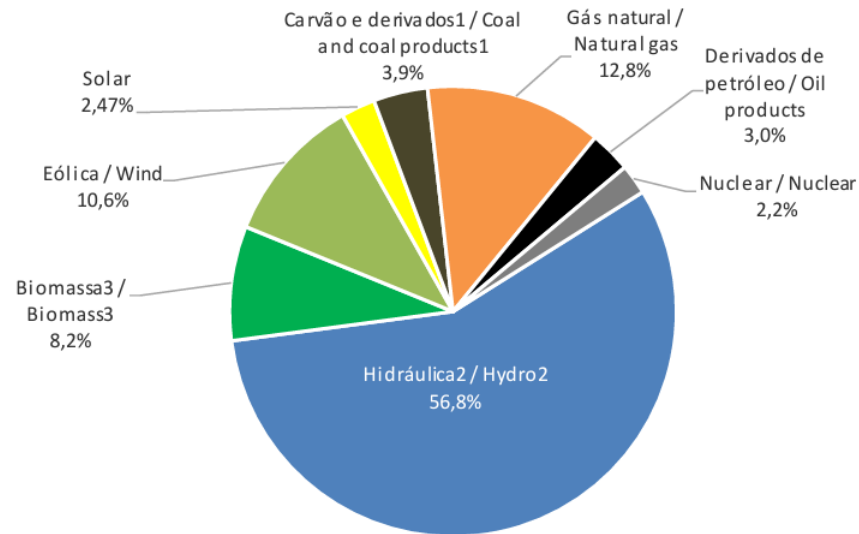
Energia Eólica: O Brasil também possui um vasto potencial de energia eólica devido ao seu extenso litoral e condições climáticas favoráveis. Parques eólicos estão se tornando cada vez mais comuns, contribuindo significativamente para a geração de eletricidade e reduzindo a dependência de fontes não renováveis (Tolmasquim, 2016).

Energia Nuclear: Embora represente uma parcela pequena na matriz energética brasileira, a energia nuclear é relevante por sua capacidade de fornecer uma fonte contínua e de baixas emissões de carbono (Tolmasquim, 2016).

Derivados de Petróleo: Os derivados de petróleo, como gasolina, diesel e GLP (Gás liquefeito de Petróleo), ainda têm um papel relevante na matriz energética brasileira, especialmente no setor de transporte e aquecimento (Tolmasquim, 2016).

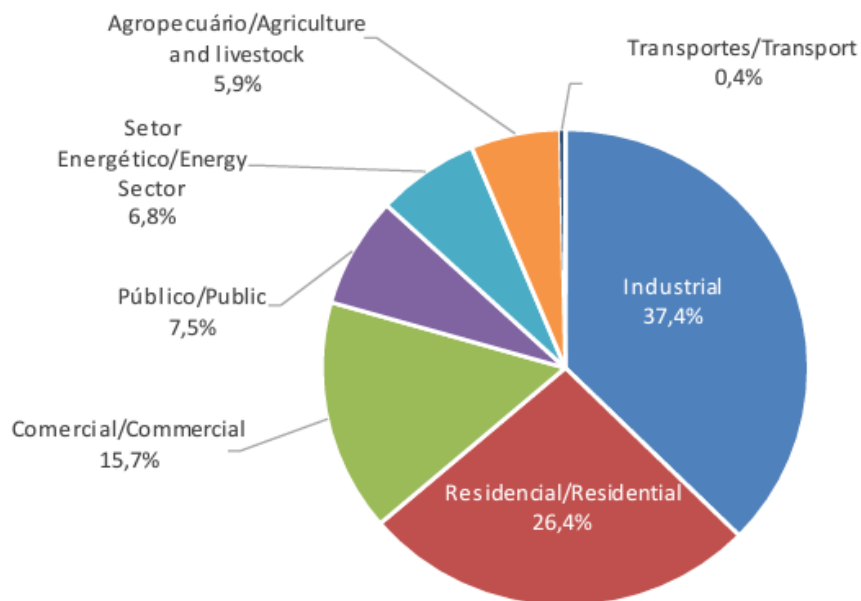
Carvão e Derivados: O carvão mineral é responsável por cerca de 5% da matriz energética brasileira e 3% da matriz elétrica. A política energética do país, que enfatiza a energia hidrelétrica e as fontes alternativas de energia, limitou o aproveitamento das reservas de carvão. O uso do carvão mineral é mais limitado e restrito a processos industriais específicos (FGV Energia, 2014).

No que diz respeito à contribuição de diferentes setores, o setor elétrico destaca-se como um dos maiores consumidores de energia no Brasil, desempenhando um papel significativo no consumo total. Além disso, setores cruciais, como transporte, indústria e residências, também desempenham papéis importantes nesse cenário. A crescente adoção de fontes mais sustentáveis, como energia solar e eólica, está resultando em um aumento progressivo da sua participação na matriz energética. Esse movimento contribui para uma transição gradual em direção a um perfil mais limpo e resiliente do sistema energético. A diversificação da matriz energética é uma estratégia crucial para garantir um suprimento confiável e eficiente, enquanto reduz o impacto ambiental e a dependência de fontes não renováveis (Almeida, 2015).

Gráfico 1: Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte

Fonte: BEN, 2022.

De acordo com o Gráfico 1 o Brasil possui uma matriz energética, em sua maioria de fontes renováveis e com foco em fontes hídricas. A fonte hídrica respondeu por 56,8% do abastecimento doméstico de energia em 2022, considerando que a quase totalidade das importações veio da usina Itaipu. As fontes de energia renovável respondem por 78,1% do fornecimento doméstico de eletricidade no Brasil. Isso vem da soma da produção nacional e importações, que são essencialmente renováveis.

Gráfico 2: Participação setorial no consumo de eletricidade

Fonte: BEN, 2022.

De acordo com a Gráfico 2, os setores industrial, residencial e comercial consomem 79% da energia elétrica disponibilizada no país em 2021. Em 2021, a capacidade total instalada de geração de energia elétrica do Brasil (centrais de serviço público e autoprodutoras) alcançou 181.610 MW, acréscimo de 6.873 MW, não incluída a mini e micro geração (BEN, 2022).

2.2 Geração distribuída (GD) e possibilidade de geração de créditos

A geração distribuída (GD) surgiu como uma resposta aos desafios enfrentados pela indústria de energia em todo o mundo. No passado, a produção de energia era predominantemente centralizada em grandes usinas, que geravam eletricidade em grande escala e a distribuíam por meio de redes extensas. No entanto, essa abordagem apresentava limitações em termos de eficiência energética, segurança e resiliência do sistema. Com o avanço das tecnologias de geração de energia renovável e a busca por formas mais sustentáveis de fornecimento, a geração distribuída ganhou destaque (ANEEL, 2023).

A aplicação da tecnologia de geração distribuída, especialmente solar fotovoltaica é tida como uma das soluções para geração de energia elétrica sustentável, através de uma fonte inesgotável e a carbono neutro (não poluente na geração), proporcionando benefícios ambientais e eficiência energética na matriz brasileira (Marinoskietal, 2004).

A geração distribuída se refere à produção de eletricidade em locais próximos aos consumidores finais, muitas vezes nas próprias instalações dos mesmos. Isso permite maior independência energética e reduz a necessidade de transmitir eletricidade por longas distâncias, minimizando perdas e riscos associados. Fontes como energia solar fotovoltaica, energia eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas são frequentemente utilizadas na geração distribuída.

No Brasil, a geração distribuída tem ganhado destaque como uma alternativa viável e benéfica para o sistema elétrico. Com um enorme potencial solar e eólico, o país tem incentivado o uso de tecnologias renováveis para a produção de energia, o que se alinha com seus objetivos de sustentabilidade e redução das emissões de carbono (Lira, 2019).

A história da geração distribuída remonta a várias décadas atrás, mas ganhou mais destaque à medida que as tecnologias avançaram e a conscientização sobre as preocupações ambientais aumentaram. Algumas das principais fases e influências no desenvolvimento da geração distribuída incluem:

- **Crise Energética e Descentralização:** Nas décadas de 1970 e 1980, a crise do petróleo destacou a vulnerabilidade das nações dependentes de energia importada. Isso incentivou a busca por fontes de energia mais diversificadas e descentralizadas (PNE, 2050).
- **Avanços Tecnológicos:** O desenvolvimento de tecnologias de geração de energia renovável, como a solar fotovoltaica e a energia eólica, permitiu que os consumidores produzissem sua própria eletricidade de maneira mais eficiente.

- **Microgeração e Minigeração:** O termo "geração distribuída" começou a ganhar destaque nos anos 1990 e início dos anos 2000, à medida que os sistemas de Microgeração (pequenas instalações que produzem eletricidade para consumo próprio) e Minigeração (instalações maiores que podem alimentar o excesso de eletricidade na rede) foram discutidos e implementados.
- **Evolução das Políticas:** Muitos países adotaram políticas de incentivo à geração distribuída, como tarifas de alimentação (feed-in tariffs) que permitiam aos produtores de energia renovável vender o excesso de eletricidade à rede elétrica a preços vantajosos (EPE, 2012).
- **Tecnologias Inteligentes e Redes Elétricas Avançadas:** O desenvolvimento de redes elétricas inteligentes (smart grids) permitiu uma integração mais eficiente de fontes de energia distribuída, monitoramento em tempo real e gestão eficaz da demanda (Gesel, 2023)

No geral, a geração distribuída evoluiu como uma abordagem mais eficiente, sustentável e adaptável à geração de energia. Ela permite que indivíduos, empresas e comunidades participem ativamente na produção de energia e na transição para um sistema energético mais limpo e resiliente.

Um marco importante para a geração distribuída no Brasil foi a Lei n. 14.300/2022 (BRASIL, 2022), que estabeleceu regras para a geração de créditos de energia, permitindo aos consumidores a compensação de sua produção excedente de energia elétrica na rede. Isso significa que os sistemas de geração distribuída podem gerar mais energia do que o necessário em determinados momentos, e o excedente é injetado na rede. Essa energia excedente é convertida em créditos de energia que podem ser usados para abater o consumo de eletricidade em momentos de menor produção, como à noite ou em dias nublados.

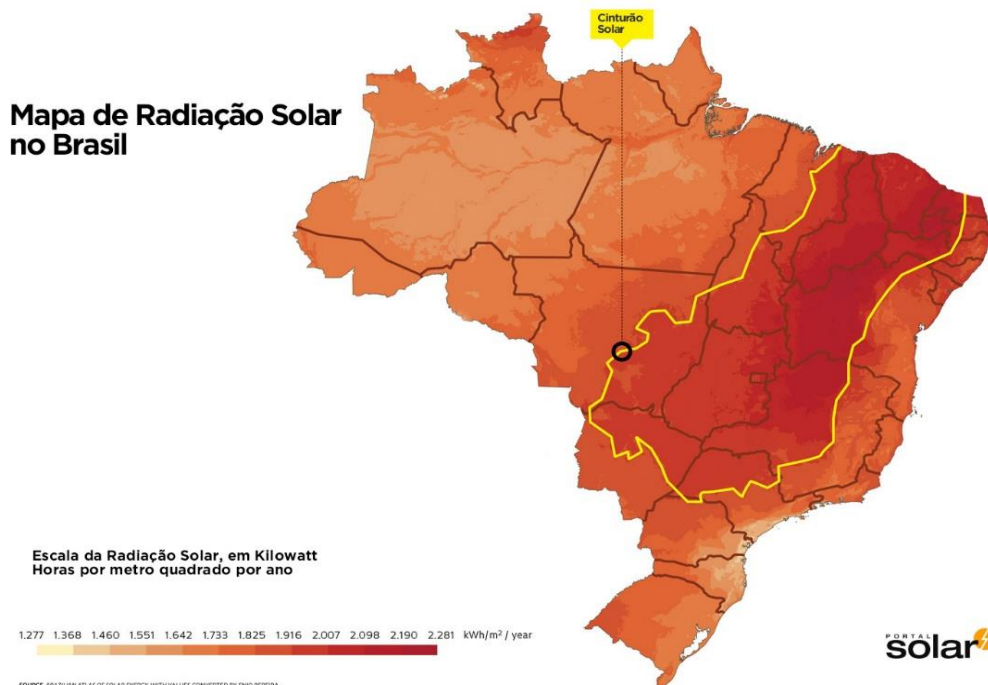
A Resolução Normativa (REN) n. 1.059/2023, criada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), complementou a Lei n. 14.300/2022, estabelecendo os procedimentos e critérios para a geração de créditos de energia. Essa resolução fornece diretrizes para a contabilização dos créditos, as formas como eles podem ser utilizadas e outras questões operacionais relacionadas à geração distribuída.

Essas medidas têm impulsionado a adoção da geração distribuída no Brasil, incentivando tanto consumidores residenciais quanto comerciais e industriais a investirem em sistemas de geração renovável. A geração de créditos de energia oferece benefícios econômicos e ambientais, permitindo aos consumidores reduzir suas contas de eletricidade, contribuir para a matriz energética limpa do país e aumentar a resiliência do sistema elétrico como um todo. A geração distribuída, com seus mecanismos de crédito, está se tornando uma parte integrante da transformação do setor energético brasileiro em direção a um futuro mais sustentável e descentralizado.

2.3 Energia Solar e seus benefícios

No contexto brasileiro, a energia solar assume um papel especialmente importante. O País possui uma geografia privilegiada, com ampla incidência de radiação solar ao longo do ano, particularmente nas regiões do Nordeste e Sudeste. Esse alto índice de irradiação solar como demonstrado no Gráfico 3 confere um enorme potencial para a geração de energia solar em escala industrial e residencial. A abundância de sol disponível pode alavancar a transição do Brasil para um sistema energético mais limpo, contribuindo para a diversificação da matriz energética e reduzindo a dependência de fontes não renováveis (Camargo, 2015).

Gráfico 3: Mapa de irradiação solar diária



Fonte: ADEEL, 2019

O Gráfico 3 apresenta os mapas da média mensal da irradiação solar para os dozes meses de 2019. Como era esperado, pode-se observar que o Brasil, devido a sua localização predominantemente tropical, possui uma grande disponibilidade de recursos de energia solar em todo o seu território.

A energia solar é uma forma de energia renovável obtida a partir da conversão da luz solar em eletricidade ou calor. Ela é capturada por meio de painéis solares, que contêm células fotovoltaicas capazes de transformar a luz solar diretamente em eletricidade, ou por meio de sistemas de aquecimento solar, que absorvem a energia solar para aquecer fluidos usados em sistemas de aquecimento de água ou aquecimento ambiente (Carvalho, 2019). Os benefícios da energia solar são significativos e abrangentes:

Renovabilidade: A energia solar é inesgotável e naturalmente renovável, uma vez que o sol é uma fonte de energia praticamente constante e duradoura. Isso a torna uma opção sustentável para as necessidades de energia presentes e futuras (MME, 2017).

Redução de Emissões: A geração de energia solar não emite poluentes atmosféricos nem gases de efeito estufa, contribuindo para a redução da pegada de carbono e para a mitigação das mudanças climáticas (MME, 2017).

Independência Energética: A produção de eletricidade a partir do sol permite aos indivíduos, empresas e comunidades reduzirem sua dependência de fontes de energia não renováveis e importadas, aumentando a segurança energética (Bursztyn, 2020).

Redução de Custos: Embora os investimentos iniciais em sistemas solares possam ser significativos, a energia solar pode levar a economias de longo prazo, pois os custos de operação e manutenção são relativamente baixos e a energia solar ajuda a reduzir as contas de eletricidade (Nascimento, 2016).

Criação de Empregos: A indústria solar gera empregos em várias áreas, incluindo design, instalação, manutenção e pesquisa e desenvolvimento de tecnologias solares (Bursztyn, 2020).

Diversificação da Matriz Energética: A energia solar contribui para diversificar a matriz energética, reduzindo a dependência de fontes fósseis e aumentando a resiliência do sistema elétrico (Oliveira, 2017).

Quanto aos impactos ambientais, a energia solar é amplamente considerada uma fonte de energia com baixo impacto ambiental. Comparada a fontes tradicionais de energia como carvão, petróleo e gás natural, a energia solar gera menos poluição atmosférica, emissões de gases de efeito estufa e resíduos tóxicos. No entanto, é importante considerar que a produção de painéis solares envolve a extração de materiais e processos industriais, que podem ter impactos ambientais. No entanto, os benefícios da energia solar ao longo de sua vida útil geralmente superam esses impactos iniciais (Bursztyn, 2020).

Além disso, a energia solar proporciona independência energética aos consumidores. Ao produzir eletricidade em suas próprias instalações, os proprietários de sistemas solares podem reduzir sua dependência das concessionárias de energia e mitigar os impactos de flutuações nos preços dos combustíveis fósseis. Isso não apenas economiza dinheiro a longo prazo, mas também promove a estabilidade do suprimento de energia (Bursztyn, 2020).

Embora a geração de energia solar apresente vários benefícios, é importante observar que qualquer forma de geração de energia tem algum impacto. A produção de painéis solares requer recursos naturais e processos industriais, o que pode gerar emissões indiretas. No entanto, estudos demonstram que esses impactos são geralmente menores em comparação com as emissões contínuas associadas à geração de energia a partir de fontes fósseis (Moreira, 2020).

Em conclusão, a energia solar desempenha um papel crucial na transição para um futuro energético sustentável. Sua capacidade de produzir eletricidade limpa e renovável, reduzir emissões de gases de efeito estufa, promover a independência energética e aproveitar o abundante recurso solar disponível no Brasil a tornam uma opção promissora para atender às crescentes demandas de energia de forma ambientalmente responsável e economicamente vantajosa.

2.4 Geração de créditos com energia solar fotovoltaica

A geração de créditos com energia solar fotovoltaica tem experimentado um aumento significativo devido a um arcabouço legal e regulatório que incentivou e impulsionou essa forma de geração de energia limpa. A possibilidade de injetar energia excedente na rede elétrica e abater esses créditos tem sido um fator relevante para o crescimento do setor solar no Brasil. Isso se deve, em grande parte, à Lei n. 14.300/2022 e à Resolução Normativa da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) n. 1.059/2023, que estabeleceram as diretrizes para a geração compartilhada de energia e o sistema de compensação de créditos.

A Lei n. 14.300/2022 trouxe importantes mudanças no cenário energético brasileiro ao permitir a geração compartilhada de energia elétrica, o que possibilita que consumidores e empresas instalem sistemas de energia solar fotovoltaica em um local e utilizem os créditos gerados para abater o consumo de eletricidade em outros locais de sua titularidade, desde que todos estejam na mesma área de concessão da distribuidora. Isso significa que, por exemplo, uma empresa pode instalar painéis solares em sua sede e usar os créditos gerados para reduzir a conta de energia de suas filiais.

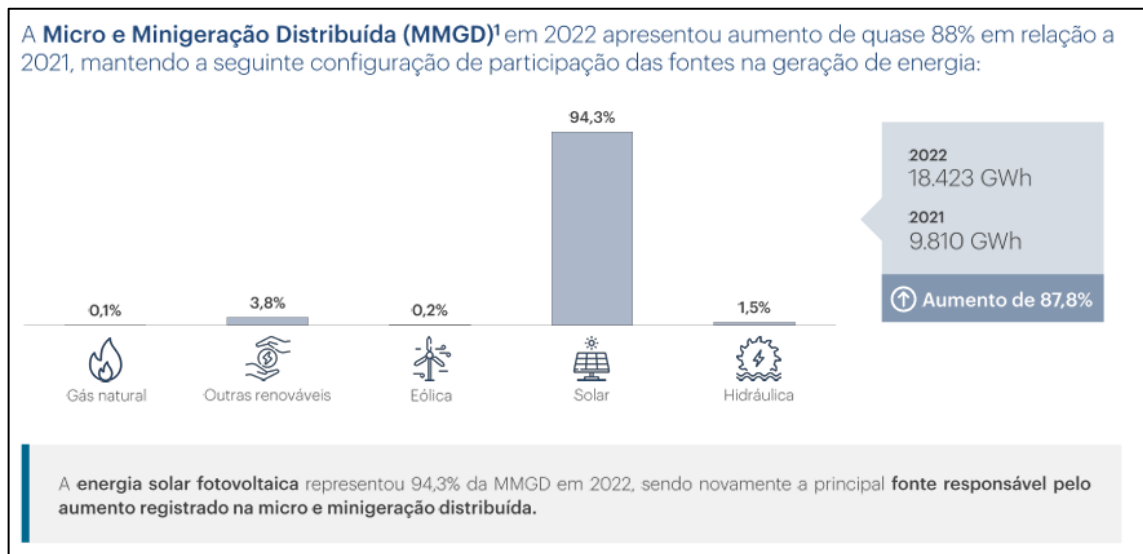
Além disso, a Resolução Normativa n. 1.059/2023 da ANEEL estabeleceu diretrizes específicas para a geração distribuída, incluindo a possibilidade de compensação de créditos. Esse mecanismo permite que os proprietários de sistemas solares fotovoltaicos gerem créditos quando produzem mais energia do que consomem e, em seguida, utilizem esses créditos para abater o consumo em momentos em que a geração solar não é suficiente para atender à demanda.

Essas políticas têm sido fundamentais para tornar a energia solar fotovoltaica mais acessível e atrativa para os consumidores, tanto residenciais quanto comerciais e industriais. Com a possibilidade de abater créditos, os investimentos em sistemas solares têm um retorno do investimento mais rápido, tornando a transição para a energia solar uma escolha financeiramente viável (Moreira, 2020).

Além disso, o incentivo à geração distribuída de energia solar também contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a diversificação da matriz energética e a segurança energética. À medida que mais consumidores adotam sistemas solares fotovoltaicos e injetam energia limpa na rede, o país se torna menos dependente de fontes de energia não renováveis e mais resiliente a flutuações no suprimento de energia.

Portanto, a geração de créditos com energia solar fotovoltaica tem sido impulsionada e incentivada graças à legislação e regulamentação específicas, como a Lei n. 14.300/2022 e a Resolução Normativa n. 1.059/2023 da ANEEL. Essas medidas têm desempenhado um papel fundamental na expansão da energia solar no Brasil, trazendo benefícios ambientais, econômicos e energéticos para o país e seus cidadãos.

Gráfico 4: O uso da Energia Elétrica



Fonte: BEN 2022

Segundo o Gráfico 4 o aumento de quase 88% na Microgeração e Minigeração distribuída em 2022, em relação a 2021, é um indicador notável do crescimento significativo que o setor de energia solar no Brasil tem experimentado nos últimos anos. Essa expansão está diretamente relacionada às políticas de incentivo, à conscientização ambiental crescente e à queda dos custos dos sistemas solares fotovoltaicos (BEN, 2022).

Em termos de participação das fontes na geração de energia, a energia solar fotovoltaica tem se destacado como uma das principais fontes de geração distribuída. Isso se deve a várias razões:

1. **Abundância e Disponibilidade:** O Brasil é um país com uma grande quantidade de luz solar ao longo do ano, tornando a energia solar uma opção viável e eficiente. A abundância de luz solar permite que os sistemas fotovoltaicos gerem eletricidade de forma consistente em grande parte do território nacional (Camilo, 2018).

2. **Políticas de Incentivo:** Como mencionado anteriormente, a legislação brasileira tem desempenhado um papel fundamental no incentivo à geração de energia solar distribuída. A Lei n. 14.300/2022 e a Resolução Normativa n. 1.059/2023 da ANEEL criaram um ambiente favorável para a adoção de sistemas solares fotovoltaicos.

3. Queda de Custos: Ao longo dos anos, os custos dos painéis solares e dos sistemas de geração solar diminuíram significativamente, tornando a energia solar uma escolha cada vez mais acessível e atraente para consumidores residenciais, comerciais e industriais (BEN, 2022).

4. Sustentabilidade: A crescente preocupação com o meio ambiente e as mudanças climáticas tem levado muitos consumidores a optarem por fontes de energia limpa e renovável, como a solar. A geração de energia solar é vista como uma maneira de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e contribuir para a sustentabilidade (Absolar, 2022).

Ainda assim, é importante destacar que, apesar do rápido crescimento da energia solar, outras fontes de geração distribuída também desempenham um papel significativo na matriz energética brasileira. Isso pode incluir a geração eólica, a biomassa e pequenas centrais hidrelétricas.

A diversificação da matriz energética é uma abordagem importante para garantir a resiliência do sistema elétrico, reduzir a dependência de fontes não renováveis e atender à crescente demanda por eletricidade de maneira sustentável. Portanto, embora a energia solar fotovoltaica esteja desempenhando um papel de destaque na geração distribuída, é importante continuar promovendo uma variedade de fontes de energia limpa para atender às necessidades energéticas do país de forma eficaz e sustentável (Bosselmann, 2016).

2.4.1 Detalhes da Geração de Créditos com Energia Solar Fotovoltaica

A geração de créditos com energia solar fotovoltaica é um sistema que permite aos proprietários de sistemas solares gerar eletricidade a partir da luz solar e, quando essa geração é superior ao consumo, os excedentes são injetados na rede elétrica. Essa energia excedente é registrada como créditos de energia, que podem ser usados posteriormente para abater o consumo quando a geração solar não é suficiente para atender à demanda (Absolar, 2022).

Esse processo é possível graças a dois mecanismos principais (ANEEL):

Compensação de Energia: A energia gerada pelos painéis solares é medida por um medidor bidirecional, que registra tanto a energia fornecida à rede quanto a energia retirada da rede. Quando a geração solar excede o consumo, o excesso é exportado para a rede e transformado em créditos de energia. Quando o consumo excede a geração solar, os créditos são usados para abater o consumo.

Geração Compartilhada: A geração compartilhada permite que múltiplos consumidores participem de um único sistema solar. Isso é especialmente benéfico para condomínios, cooperativas e empresas com várias unidades consumidoras. Os créditos de energia gerados pelo sistema solar podem ser distribuídos entre os participantes, proporcionando economias coletivas.

2.4.2 Benefícios da Geração de Créditos com Energia Solar Fotovoltaica

Nos últimos anos, a energia solar fotovoltaica tem se destacado como uma alternativa promissora e sustentável para a geração de eletricidade. Além dos

benefícios evidentes para o meio ambiente, a capacidade de produzir e armazenar créditos de energia oferece vantagens significativas em diversas áreas. Neste contexto, exploraremos alguns dos principais ganhos proporcionados pela adoção dessa tecnologia inovadora.

Economia Financeira: A principal vantagem para os proprietários de sistemas solares é a economia nas contas de energia. Ao gerar sua própria eletricidade e abater os créditos, eles reduzem drasticamente os custos com eletricidade ao longo do tempo, muitas vezes alcançando um rápido retorno sobre o investimento (EPE, 2019).

Sustentabilidade Ambiental: A energia solar fotovoltaica é uma fonte de energia limpa e renovável que contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas. A geração solar também ajuda a preservar os recursos naturais, pois não requer o uso de combustíveis fósseis (Lira, 2019).

Resiliência Energética: A capacidade de armazenar créditos de energia permite que os consumidores se tornem mais independentes em relação à rede elétrica convencional. Isso é especialmente útil em situações de emergência, como apagões ou desastres naturais, quando o sistema solar pode fornecer energia de backup (EPE, 2019).

Democratização da Energia: A geração distribuída de energia solar democratiza o acesso à produção de eletricidade. Tanto residências quanto empresas podem se tornar produtores de energia, reduzindo sua dependência de grandes empresas de energia.

2.4.3 Desafios e Considerações Futuras

Apesar dos benefícios evidentes, a geração de créditos com energia solar fotovoltaica ainda enfrenta desafios. Alguns deles incluem (Lana, 2015):

Custos Iniciais: A instalação de um sistema solar fotovoltaico pode ter custos iniciais significativos, o que pode ser uma barreira para muitos consumidores. No entanto, os preços dos painéis solares e sistemas de armazenamento de energia têm diminuído ao longo dos anos, tornando a energia solar mais acessível.

Políticas Instáveis: Mudanças frequentes nas políticas de incentivo à energia solar podem criar incerteza para os investidores e dificultar o planejamento a longo prazo. Políticas consistentes e estáveis são essenciais para o crescimento contínuo do setor.

Armazenamento de Energia: O armazenamento de energia é fundamental para maximizar a eficiência da geração de créditos com energia solar. A pesquisa e desenvolvimento contínuos de tecnologias de armazenamento de energia são necessários para superar os desafios de armazenar e utilizar a energia de forma eficaz (INPE, 2016).

Integração na Rede: A infraestrutura da rede elétrica precisa ser atualizada e adaptada para acomodar a geração distribuída de energia solar. Isso requer investimentos em tecnologia e regulamentação adequadas (EPE, 2019).

Em conclusão, a geração de créditos com energia solar fotovoltaica é uma abordagem inovadora que está revolucionando a forma como produzimos e consumimos eletricidade. Ela oferece benefícios ambientais, econômicos e sociais significativos, e seu crescimento contínuo dependerá da superação dos desafios atuais e da criação de um ambiente favorável por meio de políticas públicas consistentes. À medida que a tecnologia solar continua a evoluir, podemos esperar que ela desempenhe um papel cada vez mais importante na transição para um sistema de energia mais sustentável e resiliente.

2.5 Custos típicos dos equipamentos utilizados na geração de energia fotovoltaica

Os custos típicos dos equipamentos utilizados na geração de energia fotovoltaica podem variar consideravelmente dependendo de diversos fatores, incluindo a capacidade do sistema, a qualidade dos componentes e a localização geográfica. No entanto, para fornecer uma ideia geral, aqui estão os principais componentes de um sistema fotovoltaico (Villalva, 2018):

1. Painéis Solares (Módulos Fotovoltaicos):

Os painéis solares são feitos de células fotovoltaicas que convertem a luz solar em eletricidade. Existem diferentes tipos de painéis solares, com eficiências variadas. Os mais comuns são os painéis de silício cristalino. Os custos podem variar de acordo com a eficiência e a qualidade dos painéis. Painéis de alta eficiência geralmente são mais caros, mas podem ocupar menos espaço e gerar mais energia por área (Nascimento, 2016).

2. Inversor Solar:

O inversor é um dos componentes mais críticos do sistema, pois converte a eletricidade CC dos painéis em eletricidade CA utilizável para alimentar sua casa ou empresa. Existem dois tipos principais de inversores: inversores de string (centralizados) e inversores micro (individualmente conectados aos painéis). Os inversores micro tendem a ser mais caros, mas oferecem vantagens de monitoramento e desempenho.

3. Estrutura de Montagem e Instalação:

A estrutura de montagem é projetada para fixar os painéis no telhado ou no solo de forma segura e eficaz. A complexidade da instalação, o tipo de telhado e o local geográfico podem influenciar o custo das estruturas.

4. Cabos, Conectores e Outros Componentes Elétricos:

Os cabos elétricos, conectores e outros componentes são necessários para interligar todos os elementos do sistema e garantir um funcionamento seguro. A escolha de materiais de qualidade é essencial para evitar perdas de energia e garantir a segurança elétrica.

5. Trabalho de Instalação:

Os custos de mão de obra incluem a instalação física dos painéis, a configuração do inversor, a integração ao sistema elétrico existente e testes de segurança. Instaladores profissionais são essenciais para garantir uma instalação adequada e segura.

6. Monitoramento e Sistema de Rastreamento (Opcional):

Sistemas de monitoramento permitem que os proprietários acompanhem o desempenho de seus sistemas em tempo real. Além disso, sistemas de rastreamento solar podem otimizar a posição dos painéis ao longo do dia para maximizar a captura de luz solar.

7. Baterias de Armazenamento (Opcional):

As baterias de armazenamento são usadas para armazenar a eletricidade gerada pelos painéis solares para uso noturno ou em dias nublados. Esses sistemas podem adicionar custos substanciais ao sistema, mas também aumentam a autonomia e a capacidade de fornecer energia de backup.

2.5.1 Fatores que Influenciam os Custos (Oliveira, 2017):

- **Tamanho do Sistema:** Quanto maior o sistema, mais painéis e, possivelmente, inversores serão necessários, aumentando os custos.
- **Localização Geográfica:** A quantidade de luz solar disponível em sua região afetará a produção de eletricidade e, portanto, o dimensionamento do sistema.
- **Qualidade dos Componentes:** A qualidade dos painéis solares, inversores e outros componentes pode variar. Componentes de alta qualidade tendem a ser mais caros, mas geralmente têm uma vida útil mais longa e melhor desempenho.
- **Incentivos e Subsídios:** Alguns governos estaduais ou federais oferecem incentivos, subsídios ou créditos fiscais para sistemas solares, o que pode reduzir significativamente os custos.
- **Complexidade da Instalação:** Telhados complexos, como telhados inclinados ou com várias orientações, podem exigir mais trabalho de instalação e, portanto, aumentar os custos.
- **Manutenção:** Embora a manutenção de sistemas fotovoltaicos seja geralmente baixa, pode haver custos associados à limpeza dos painéis solares ou à substituição de componentes com o tempo.

Em resumo, o custo de um sistema fotovoltaico depende de diversos fatores, mas geralmente compreende os principais componentes, a instalação e outros custos associados. É importante obter cotações de instaladores locais e considerar todos os fatores mencionados ao planejar a instalação de um sistema solar fotovoltaico.

3. Metodologia

De acordo com Lakatos e Marconi (2019), essa pesquisa se caracteriza como bibliográfica, com base em textos, como livros, artigos científicos, ensaios críticos, leis e normas brasileiras, etc. No intuito de estudar/analisar a importância da geração distribuída no Brasil, com ênfase na utilização da tecnologia solar fotovoltaica, utilizou-se como métodos de procedimento, os métodos histórico e comparativo.

4. Resultados e Discussão

O perfil da matriz energética brasileira é notável por sua diversidade, que desempenha um papel fundamental na garantia da segurança energética, da sustentabilidade ambiental e da estabilidade econômica do país. Cada fonte de energia contribui de maneira única para atender às demandas nacionais, o que é evidenciado pelos dados apresentados no Gráfico 1.

Observou-se que a matriz elétrica brasileira é predominantemente composta por fontes renováveis, com destaque para a energia hidrelétrica. No entanto, é importante notar que a matriz também inclui fontes fósseis, como o gás natural, derivados de petróleo e carvão. Embora essas fontes tenham perdido parte de sua relevância devido ao aumento da participação de energias renováveis, ainda desempenham um papel significativo em setores-chave, como transporte e aquecimento.

A diversificação da matriz energética é crucial para o Brasil, uma nação com dimensões continentais e altamente dependente da energia. A ênfase nas fontes renováveis, como biomassa, energia solar e eólica, contribui para a redução das emissões de carbono e para a construção de um sistema energético mais sustentável. Além disso, a participação setorial no consumo de eletricidade, conforme demonstrada no Gráfico 2, reflete a importância da eletricidade em setores como indústria e residências, destacando a necessidade de um sistema confiável e eficiente.

A geração distribuída (GD) é uma abordagem inovadora que ganha destaque no Brasil, principalmente devido ao seu potencial solar e eólico abundante. Essa estratégia permite a produção de eletricidade próxima aos consumidores finais, reduzindo as perdas de transmissão e fortalecendo a resiliência do sistema elétrico.

O histórico da GD no Brasil, desde a crise energética nas décadas de 1970 e 1980 até o desenvolvimento de tecnologias renováveis e políticas de incentivo, demonstra seu crescimento progressivo. A Lei n. 14.300/2022 e a Resolução Normativa n. 1.059/2023 foram marcos importantes que possibilitaram a geração de créditos de energia. Esses créditos permitem aos consumidores compensar o excedente de energia elétrica na rede, aumentando a atratividade dos sistemas de GD.

A geração de créditos de energia oferece benefícios substanciais, tanto econômicos quanto ambientais. Os consumidores podem reduzir suas contas de eletricidade e contribuir para uma matriz energética mais limpa. Além disso, a GD e

os mecanismos de crédito aumentam a resiliência do sistema elétrico ao descentralizar a produção de energia.

A adoção da GD, impulsionada pelos créditos de energia, está mudando o setor energético brasileiro em direção a um futuro mais sustentável e descentralizado. Isso não apenas reduzirá a dependência de fontes não renováveis, mas também alinhará o Brasil com as metas globais de combate às mudanças climáticas.

No geral, a diversificação da matriz energética e a expansão da geração distribuída são estratégias essenciais para garantir um fornecimento de energia eficiente, ambientalmente sustentável e economicamente estável. O Brasil está trilhando o caminho para um futuro energético mais limpo e resiliente, com a geração de créditos de energia desempenhando um papel fundamental nesse processo.

A seção "Energia Solar e seus benefícios" destacou a importância da energia solar no contexto brasileiro, enfatizando as condições específicas de irradiação solar, as tecnologias de captação solar e uma série de benefícios associados a essa fonte de energia. É fundamental considerar que a energia solar é uma solução promissora para a transição para um sistema energético mais sustentável.

Vale ressaltar que o Brasil é geograficamente privilegiado com uma alta incidência de radiação solar, especialmente em regiões como o Nordeste e o Sudeste, conforme indicado no mapa de irradiação solar diária. Isso confere ao país um enorme potencial para a geração de energia solar tanto em escala industrial quanto residencial. A exploração desse recurso solar abundante tem o potencial de diversificar a matriz energética do Brasil, reduzindo sua dependência de fontes não renováveis (Camargo, 2015).

A energia solar é impulsionada por sua Renovabilidade, uma vez que o sol é uma fonte constante e de tensão de energia. Isso torna uma opção sustentável para atender às necessidades energéticas presentes e futuras. Além disso, a geração de energia solar não emite poluentes atmosféricos ou gases de efeito estufa, contribuindo para a redução da pegada de carbono e o combate às mudanças climáticas (MME, 2017)

A indústria solar também cria empregos em diversas áreas, desde design e instalação até manutenção e pesquisa e desenvolvimento de tecnologias solares. Isso é crucial para o crescimento econômico e a geração de empregos no setor de energias renováveis.

A energia solar contribui para a diversificação da matriz energética, diminuindo a dependência de fontes fósseis e aumentando a resiliência do sistema elétrico. No entanto, como apontado, é essencial considerar que qualquer forma de geração de energia tem algum impacto, mesmo que a energia solar seja uma das fontes de energia com menor impacto ambiental. Os impactos ambientais da produção de painéis solares são geralmente superados pelos benefícios ao longo de sua vida útil (Tolmasquim, 2016).

A energia solar é uma peça crucial na transição para um futuro energético sustentável. Sua capacidade de produzir eletricidade limpa e renovável, reduzir as

emissões de gases de efeito estufa, promover a independência energética e aproveitar o sol abundante no Brasil torna-se uma opção promissora para atender às crescentes demandas de energia de forma ambientalmente responsável e economicamente vantajosa.

No tópico, "Geração de créditos com energia solar fotovoltaica", o foco relembra as mudanças significativas que ocorreram no setor de energia solar no Brasil, em grande parte devido à legislação e regulamentação que incentivou e promoveu a geração de energia solar limpa. A seção explora as implicações da Lei n. 14.300/2022 e da Resolução Normativa da ANEEL n. 1.059/2023 não crescimento do setor.

A Lei n. A Lei nº 14.300/2022, que permitiu a geração compartilhada de energia elétrica, é um marco importante. Isso significa que consumidores e empresas podem instalar sistemas de energia solar em um local e utilizar os créditos gerados para reduzir o consumo de eletricidade em outros locais de sua titularidade, desde que todos estejam na mesma área de concessão da distribuidora. Isso é um incentivo significativo para a adoção da energia solar, especialmente para empresas com filiais ou diversas unidades consumidoras em diferentes locais.

Além disso, a Resolução Normativa n. 1.059/2023 da ANEEL definiu diretrizes específicas para a geração distribuída de energia solar, incluindo a possibilidade de compensação de créditos. Esse mecanismo permite que os proprietários de sistemas solares fotovoltaicos gerem créditos quando produzem mais energia do que consomem e, em seguida, utilizam esses créditos para diminuir o consumo em momentos em que a geração solar não é suficiente para atender à demanda.

Essas políticas têm sido cruciais para tornar a energia solar fotovoltaica mais acessível e atraente para consumidores residenciais, comerciais e industriais. O incentivo à geração distribuída de energia solar não cria apenas benefícios econômicos, mas também contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a diversificação da matriz energética e a segurança energética.

O Gráfico 4 que mostra um aumento de quase 88% na Microgeração e Minigeração distribuída em 2022, em relação a 2021, é um indicador notável do crescimento do setor de energia solar no Brasil. Isso está relacionado à crescente conscientização ambiental, à queda nos custos dos sistemas solares fotovoltaicos e ao ambiente regulatório favorável.

A energia solar fotovoltaica se destaca como uma das principais fontes de geração distribuída por várias razões, incluindo a abundância de luz solar no Brasil, políticas de incentivo, queda de custos e sustentabilidade. No entanto, é importante lembrar que outras fontes de geração distribuída, como a eólica, a biomassa e pequenas centrais hidrelétricas, também desempenham um papel importante na matriz energética brasileira. A diversificação da matriz energética é crucial para garantir a resiliência do sistema elétrico e atender às necessidades energéticas de forma sustentável.

Em relação à geração de créditos com energia solar fotovoltaica, é fundamental entender o processo de compensação de energia e a possibilidade de geração compartilhada. Isso permite economia financeira, sustentabilidade ambiental,

resiliência energética e democratização da energia. No entanto, desafios como custos iniciais, políticas instáveis, armazenamento de energia e integração na rede precisam ser considerados.

Em resumo, a geração de créditos com energia solar fotovoltaica tem sido impulsionada por mudanças regulatórias e políticas, e esse crescimento é promissor para o Brasil em termos de benefícios ambientais, econômicos e energéticos.

"Custos típicos dos equipamentos utilizados na geração de energia fotovoltaica", são discutidos os principais componentes e fatores que influenciam os custos de sistemas de energia solar fotovoltaica. O foco está em fornecer uma visão geral dos custos envolvidos na implementação de um sistema solar.

Os principais componentes de um sistema fotovoltaico incluem painéis solares, inversores solares, estrutura de montagem, cabos, conectores e outros componentes elétricos, além dos custos de mão de obra, monitoramento e armazenamento de energia, que são adicionais. Cada um desses componentes tem custos associados que podem variar de acordo com várias considerações.

Os painéis solares, feitos de células fotovoltaicas, convertem luz solar em eletricidade. Tipos de painéis solares estão disponíveis de forma diferente, e a escolha pode depender dos custos. Painéis de alta eficiência são mais caros, mas podem gerar mais eletricidade por área.

Os fatores que influenciam os custos incluem o tamanho do sistema, a localização geográfica, a qualidade dos componentes, incentivos e subsídios, a complexidade da instalação e custos de manutenção.

É importante destacar que os custos iniciais de um sistema solar podem ser significativos, mas os benefícios a longo prazo, como economia financeira e redução das emissões de gases de efeito estufa, podem superar esses custos. Além disso, o preço dos componentes solares tem diminuído ao longo dos anos, tornando a energia solar mais acessível.

Em resumo, os custos típicos dos equipamentos utilizados na geração de energia fotovoltaica variam de acordo com uma série de fatores, mas compreendem os principais componentes e despesas associadas. Planejar aprimorar a instalação de um sistema solar envolve considerar todos esses elementos e fatores para garantir um investimento eficaz e sustentável em energia solar.

5. Considerações finais

A análise dos resultados e divulgação revela que o Brasil está tomando medidas sérias em direção a um sistema de energia mais sustentável, diversificado e descentralizado. A diversificação da matriz energética, com ênfase nas fontes renováveis, é essencial para garantir a segurança energética do país, reduzir as mudanças de carbono e alinhar o Brasil com os objetivos globais de combate às mudanças climáticas.

A geração distribuída de energia, especialmente com energia solar fotovoltaica, está desempenhando um papel crucial nessa transformação. O incentivo à produção de créditos de energia permite aos consumidores reduzir seus custos de eletricidade, contribuir para a matriz energética limpa e fortalecer a resiliência do sistema elétrico. As mudanças regulatórias, como a Lei n. 14.300/2022 e a Resolução Normativa n. 1.059/2023, têm sido decisivas para tornar a energia solar mais acessível e atraente.

No entanto, é importante considerar que os desafios ainda existentes, incluindo custos iniciais, políticas instáveis, armazenamento de energia e integração na rede. O planejamento cuidadoso e a consideração de todos os componentes e fatores envolvidos na implementação de sistemas solares são fundamentais para garantir investimentos estratégicos e sustentáveis.

Em síntese, o Brasil talvez esteja no caminho certo para um futuro energético mais limpo, sustentável e economicamente vantajoso. A energia solar, juntamente com outras fontes de geração distribuída, desempenha um papel fundamental nessa jornada, contribuindo para a independência energética, a redução das emissões de gases de efeito estufa e o crescimento econômico por meio da criação de empregos no setor de energias renováveis.

Além disso, a energia solar e a geração distribuída não oferecem apenas vantagens econômicas e ambientais, mas também aumentam a democratização da energia. A capacidade de os consumidores produzirem sua própria eletricidade e especificamente com outros locais de sua titularidade promove a autonomia e a sustentabilidade energética em comunidades, residências e empresas. Essa democratização da energia é um passo importante na direção de um sistema mais inclusivo e acessível, onde um número cada vez maior de brasileiros pode participar da transição para um futuro energético mais limpo e sustentável.

Referências

ABSOLAR, 2022. **Busca por energia renovável como a eólica e solar aumenta de forma exponencial durante mês do meio ambiente**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/busca-por-energia-renovavel-como-a-eolica-e-solar-aumenta-de-forma-exponencial-durante-mes-do-meio-ambiente/>. Acesso em: 04 de out. 2023.

ADEEL, 2019. **Mapa de radiação solar no Brasil**. Disponível em: <https://www.adeel.com.br/mapa-de-radiacao-solar-no-brasil/>. Acesso em: 20 out. 2023.

ALMEIDA, E. L. F. D.; OLIVEIRA, P. V. D.; LOSEKANN, L. Impactos da contenção dos preços de combustíveis no Brasil e opções de mecanismos de precificação. **Brazilian Journal of Political Economy**, 35(3), 531–556, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572015v35n03a09>. Acesso em: 26 ago. 2023.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>. Acesso em: 02 set. 2023.

ANEEL. **ANEEL regulamenta marco legal da Micro e Minigeração Distribuída**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/aneel-regulamenta-marco-legal-da-micro-e-minigeracao-distribuida>. Acesso em: 02 de set. 2023.

BEN. **Balanco Energético Nacional 2022**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 26 de ago. 2023.

BOSELTMANN, K. Germany's '*Energiewende*': what can environmental law scholarship learn from it? Em J. J. Manzano, N. Chalifour, & L. J. Kotze (Eds.), **Energy, governance and sustainability** (pp. 11-29), 2016. Gelteham: Edward Elgar Publishing Limited. Acesso em: 25 de out. 2023.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**. 2016. Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 04 de out. 2023.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 7 de janeiro de 2022. **Dispõe sobre o marco legal para o setor elétrico e institui a Lei do Consumidor de Energia Elétrica**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2022. Acesso em: 15 de out. 2023.

BURSZTYN, M. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas¹. **Estudos Avançados**, 34(98), 167–186, 2020. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3498.011>. Acesso em: 10 de ago. 2023.

CAMARGO, 2015. **Desafios e Oportunidades para a energia solar fotovoltaica no Brasil**: recomendações para políticas públicas. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/15_6_2015_wwf_energ_solar_final_web_3.pdf. Acesso em: 05 de nov. 2023.

CAMILO, Antônio Rafael Moreira. **Energia solar no Brasil**: uma breve revisão de literatura. 2018. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável - Ieds, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/1600> Acesso em: 28 de out. 2023.

CARVALHO, M. M. de, Magalhães, A. S.; Domingues, E. P. (2019). Impactos econômicos da ampliação do uso de energia solar residencial em Minas Gerais. **Nova Economia**, 29(2), 459–485. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/4719>. Acesso em: 10 de out. 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Elétrica. **Demanda de Energia 2050**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-458/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>. Acesso em: 21 de set. 2023.

EPE-Empresa de Pesquisa Energética. Publicações disponíveis em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes>. Acesso em: 15 de set. 2023.

FGV Energia. (2014). **CARVÃO MINERAL na Matriz Energética Brasileira**. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/arquivos/fernando_zancan.pdf . Acesso em: 26 de set. 2023.

GOLDEMBERG, J., & Lucon, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos Avançados**, 21(59), 7–20. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142007000100003>. Acesso em: 10 de ago. 2023.

GESEL, 2023. **Observatório de Tecnologias Exponenciais**. Disponível em: <https://gesel.ie.ufrj.br/gesel-publica-observatorio-de-tecnologias-exponenciais-no-11/>. Acesso em: 16 de out. 2023.

GREENER. SUMMIT. **Análise do Marco Legal da Geração Distribuída**. 2023. Disponível em: <https://www.greener.com.br/estudos/landing-page-analise-do-marco-legal-da-geracao-distribuida-2023/>. Acesso em: 08 de out. 2023.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>. Acesso em: 16 de ago. 2023.

LANA, Luana Teixeira Costa et al. Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica. **Engenharias On-line**, v. 1, n. 2, p. 21-33, 2015. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/eol/article/view/3574>. Acesso em: 07 de set. 2023.

LIRA, M. A. T., Melo, M. L. da S., Rodrigues, L. M., & Souza, T. R. M. de (2019). Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO₂ no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-7786343046>. Acesso em: 28 de ago. 2023.

MARINOSKI, L.D.; SALAMONI, I.T.; RUTHER, R. **Pré dimensionamento de sistema solar fotovoltaico**: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC. In: Anais 1º Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, E10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo: ENTAC,2004. Disponível em: https://lepten.ufsc.br/publicacoes/solar/eventos/2004/Entac04/marinoski_salamoni.pdf Acesso em: 04 de out. 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MOREIRA JÚNIOR O, Souza CC de. Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha. **Interações** (Campo Grande) [Internet]. 2020 Apr; 21(2):379–87. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v21i2.1760>. Acesso em: 17 de set. 2023.

NASCIMENTO, Raphael Santos do; ALVES, Geziele Mucio. **Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil**: Métodos e benefícios ambientais. XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência–Universidade do Vale do Paraíba, 2016. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2016/anais/arquivos/0859_1146_01.pdf. Acesso em: 26 de set. 2023.

OLIVEIRA, Luis Guilherme Monteiro. "**Avaliação de fatores que influenciam na estimativa da geração e operação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**." (2017). Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AR5FZG>. Acesso em: 12 de out. 2023.

PLANO NACIONAL DE ENERGIA PNE 2050. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-523/PNE_2050_Relatorio_Consulta_Publica.pdf. Acesso em: 02 de set. 2023.

REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). RENEWABLES 2017: GLOBAL STATUS REPORT, REN21, Paris, 2017. Disponível em: <https://www.ren21.net/>. Acesso em: 15 ago. 2023.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável**: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em: 17 de set. 2023.

TOLMASQUIM, M. T. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, Cinergia, 2003. Disponível em: <https://scholar.google.com/citations?user=Hb9tV7kAAAAJ&hl=pt-BR&oi=sra>. Acesso em: 19 de ago. 2023.

VILLALVA, 2018. **Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos e Aplicações 2018**. Edition: 1; ISBN: 978-8536514895. Disponível em: https://www.academia.edu/32308233/Ebook_Energia_Solar_Fotovoltaica. Acesso em: 20 de out. 2023.