



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO GUAMÁ
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E BIOMÉDICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PAULO AUGUSTO DA SILVA ÂNGELO

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: PANORAMA ATUAL E
IMPLICAÇÕES DA LEI N° 14.300/2022**

BELÉM
2025

PAULO AUGUSTO DA SILVA ÂNGELO

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: PANORAMA ATUAL E
IMPLICAÇÕES DA LEI Nº 14.300/2022**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica, do Campus Universitário do Guamá, da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador(a): Prof. Dr. Edson Ortiz de Matos

BELÉM

2025



FEEB

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIAS ELÉTRICA E BIOMÉDICA

PAULO AUGUSTO DA SILVA ÂNGELO

“ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL: PANORAMA ATUAL E
IMPLICAÇÕES DA LEI Nº 14.300/2022”

Monografia apresentada como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Elétrica pela Faculdade de Engenharias Elétrica
e Biomédica do Instituto de Tecnologia da
Universidade Federal Pará, submetida à
apreciação da banca examinadora composta
pelos seguintes membros:

Orientador:

Prof. Dr. Edson Ortiz de Matos
Universidade Federal do Pará - FEEB

Examinador 1:

Prof. Especialista Paulo Sérgio de Jesus Gama
Universidade Federal do Pará - FEEB

Examinador 2:

Prof. Dr. Allan Rodrigo Arrifano Manito
Universidade Federal do Pará - FEEB

Belém, Pará
17 de dezembro de 2025



Secretaria da Faculdade de Engenharias Elétrica e Biomédica (FEEB)
Instituto de Tecnologia (ITEC) / Universidade Federal do Pará (UFPA)
End. Rua Augusto Corrêa nº 01- Guamá - Belém - PA - CEP: 66.075-110
E-mail: feeb@ufpa.br - Tel: (91) 3201-7250 / 7248

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, misericordioso e bondoso, que independentemente da situação em que eu me encontrava, sempre me manteve forte, até mesmo nos momentos de fraqueza era e é Ele a minha fonte de força e esperança. Obrigado por me dar proteção nas várias vezes em que fui batalhar por esse sonho que é concluir o curso de Engenharia Elétrica na UFPA.

Agradeço à minha mãe, Inez Soares da Silva, uma mulher incrível, dona de um coração bondoso, que hoje infelizmente já não está mais presente nos meus dias, mas sempre me motivou a estudar, uma professora extremamente competente e dedicada ao trabalho que mesmo morando distante de mim, não media esforços para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Obrigado por tudo, mãe.

Agradeço ao meu pai, Ronaldo Martins Ângelo, que é o maior e melhor exemplo de homem que tenho na vida. Obrigado por todo o cuidado e toda paciência em educar e ensinar o correto para mim e meus irmãos. Tenho muito orgulho do senhor.

Agradeço aos meus irmãos, Ronaldo Martins Ângelo Junior e Ingrid da Silva Ângelo, que dividem comigo todas as experiências de vida, e são testemunhas das alegrias, tristezas e todos os sentimentos que envolvem nossa família. Sempre dispostos a ajudar uns aos outros, como bem ensinaram nossos pais.

Agradeço à Professora Carminda Célia Moura de Moura Carvalho, que disponibilizou seu tempo para me ouvir em reunião e fez o possível para me ajudar em uma situação bem difícil em que eu me encontrava na UFPA.

Agradeço também ao Professor Edson Ortiz de Matos, que foi meu supervisor do estágio e orientador do meu trabalho de conclusão de curso. Não mediu esforços para que eu pudesse ter o melhor resultado possível em ambas as áreas.

Agradeço aos grandes amigos que conquistei na UFPA, que foram de extrema importância para chegar ao final do curso, pois sem eles com certeza teria sido mais difícil essa caminhada. Em especial, gostaria de agradecer ao Alexandre, Filippi, Fagner, Dinho, Fagner, Alex, Fábio, Danilo e Nelson.

Agradeço à Universidade Federal do Pará (UFPA), que me proporcionou toda essa experiência de vida através de anos de estudo com profissionais extremamente dedicados. Agradeço a todos os professores que passaram pela minha vida acadêmica na UFPA, por todos os conhecimentos repassados e espero um dia retornar novamente à UFPA como aluno.

RESUMO

A energia solar fotovoltaica tem se destacado como uma das principais alternativas para a diversificação da matriz energética do Brasil, devido ao seu grande potencial de aproveitamento solar e aos avanços tecnológicos no setor. Este trabalho tem como objetivo analisar os impactos da Lei nº 14.300/2022 sobre a viabilidade econômica e o crescimento da energia solar fotovoltaica no país, considerando as mudanças regulatórias e os desafios de infraestrutura. A metodologia adotada foi uma revisão de literatura, com análise de artigos acadêmicos, dissertações e teses publicadas entre 2020 e 2025, a fim de identificar os principais aspectos da legislação e suas implicações no setor. Os resultados apontaram que a lei trouxe avanços importantes, como a criação de um sistema de compensação de energia elétrica, mas também gerou desafios relacionados à infraestrutura de distribuição e à introdução de tarifas sobre a utilização da rede elétrica. Os custos iniciais elevados e a falta de acesso ao financiamento foram destacados como barreiras para a adoção generalizada da tecnologia, especialmente entre consumidores de baixa renda. Embora o Brasil tenha um grande potencial para liderar a transição energética global, a superação dos desafios estruturais, econômicos e sociais será importante para garantir a expansão sustentável da energia solar, promovendo inclusão energética e desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Compensação de energia elétrica. Infraestrutura. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

Photovoltaic solar energy has emerged as one of the main alternatives for diversifying Brazil's energy matrix, due to its great potential for solar energy use and technological advances in the sector. This study aims to analyze the impacts of Law No. 14,300/2022 on the economic viability and growth of photovoltaic solar energy in the country, considering regulatory changes and infrastructure challenges. The methodology adopted was a literature review, with analysis of academic articles, dissertations, and theses published between 2020 and 2025, in order to identify the main aspects of the legislation and its implications for the sector. The results showed that the law brought important advances, such as the creation of an electricity compensation system, but also generated challenges related to distribution infrastructure and the introduction of tariffs on the use of the electricity grid. High initial costs and lack of access to financing were highlighted as barriers to widespread adoption of the technology, especially among low-income consumers. Although Brazil has great potential to lead the global energy transition, overcoming structural, economic and social challenges will be important to ensuring the sustainable expansion of solar energy, promoting energy inclusion and sustainable development.

Keywords: Electricity compensation. Infrastructure. Economic viability.

SUMÁRIO

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
1.2 Objetivos.....	10
1.2.1 Objetivo geral	10
1.2.2 Objetivos específicos	10
1.3 Estrutura.....	10
2 METODOLOGIA	11
3 PANORAMA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL	12
3.1 Energia Solar Fotovoltaica no Brasil	12
3.2 Lei nº 14.300/2022: Marco Regulatório da Geração Distribuída	15
3.3 Impactos Econômicos da Lei nº 14.300/2022	17
3.4 Desafios de Infraestrutura e Capacidade de Transmissão no Brasil.....	20
3.5 Perspectivas Futuras e Potencial de Crescimento da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil.....	22
3.6 Desafios Sociais e Ambientais da Geração Solar Fotovoltaica no Brasil.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Análise de Faturas de Energia Antes e Depois da Lei Nº 14.300/2022.....	27
4.2 Análise de dados de Consumo, Energia Injetada e Valores Pagos em faturas antes e depois da Lei 14.300/2022 entrar em vigor.	34
4.3 Influência da Energia Solar Fotovoltaica na redução de Emissão de CO ² no Brasil.	38
4.4 Regulamentação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e a influência sobre a Infraestrutura da Rede Elétrica no Brasil.	39
5 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica tem emergido como uma das fontes de energia renováveis mais promissoras no Brasil, impulsionada por sua abundante disponibilidade solar e por sua crescente viabilidade econômica. O país, com seu vasto território e alta incidência solar, apresenta um enorme potencial para o desenvolvimento de sistemas de geração distribuída, especialmente nas regiões Norte e Nordeste. Segundo Alvarenga e Payeras (2022), o Brasil se destaca no cenário global pela rápida expansão da energia solar fotovoltaica, que tem sido favorecida por incentivos fiscais e políticas públicas voltadas para a sustentabilidade. O setor, que já representa uma parte significativa da matriz energética nacional, tem atraído investimentos tanto de grandes empresas quanto de consumidores residenciais e comerciais.

A promulgação da Lei nº 14.300/2022, que estabelece o marco legal da micro e minigeração distribuída de energia elétrica, representa um marco na regulamentação do setor de energia solar no Brasil. Essa legislação tem como objetivo proporcionar um ambiente jurídico mais seguro para os consumidores e investidores, além de estabelecer regras claras para o uso e a compensação de energia gerada a partir de fontes renováveis. Para Mitsuhashi e Blanchet (2023), a lei é um avanço, mas impõe desafios relacionados à tributação, custos operacionais e à adaptação do sistema elétrico à crescente oferta de energia solar. As modificações introduzidas pela Lei nº 14.300/2022 são vistas como fundamentais para o equilíbrio financeiro do setor, mas também geram debates sobre seus efeitos para o crescimento da energia solar no país.

A implementação dessa legislação enfrenta dificuldades relacionadas à infraestrutura de transmissão e à absorção de energia gerada pelas fontes renováveis. Em algumas regiões do Brasil, como no Nordeste, a capacidade da rede elétrica tem sido um limitador, fazendo com que a energia gerada por sistemas fotovoltaicos não seja plenamente aproveitada, o que impacta a rentabilidade dos investimentos. A regulamentação sobre a cobrança pela utilização da infraestrutura de rede elétrica, um dos principais pontos da Lei nº 14.300/2022, ainda gera controvérsias, especialmente no que diz respeito aos custos de operação e manutenção da rede, que agora serão compartilhados com os consumidores de energia solar (Rocha et al., 2024).

A questão que se coloca é: quais são os impactos da Lei nº 14.300/2022 sobre a viabilidade econômica e o crescimento do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, considerando os novos aspectos regulatórios e os desafios de infraestrutura da rede elétrica?

A relevância desta pesquisa se justifica pela necessidade de uma análise aprofundada das implicações da Lei nº 14.300/2022 para o mercado de energia solar no Brasil.

Dado o potencial do país para se tornar uma potência mundial em geração de energia renovável, entender como as mudanças legais influenciam a viabilidade econômica, a expansão do mercado e os desafios de infraestrutura é fundamental para o desenvolvimento contínuo do setor. A compreensão das implicações da legislação pode fornecer subsídios para futuras melhorias nas políticas públicas voltadas para o fomento à energia solar e à sustentabilidade energética.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar os impactos da Lei nº 14.300/2022 na viabilidade econômica e no crescimento do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, considerando as mudanças regulatórias e os desafios de infraestrutura enfrentados pelas diversas regiões do país.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais aspectos da Lei nº 14.300/2022 e suas implicações para a geração distribuída de energia solar no Brasil.
- Analisar os impactos econômicos da nova legislação para consumidores e investidores do setor fotovoltaico.
- Avaliar os desafios relacionados à infraestrutura de transmissão e distribuição de energia elétrica, especialmente nas regiões com maior potencial solar, como o Nordeste.

1.3 Estrutura

A estrutura deste trabalho está organizada de forma a proporcionar uma análise detalhada e sequencial dos temas abordados, começando pela contextualização do setor de energia solar fotovoltaica no Brasil e suas implicações legais, com destaque para a Lei nº 14.300/2022. No primeiro capítulo, é apresentado o panorama atual da energia solar no Brasil, com ênfase nas condições climáticas favoráveis, nas políticas públicas de incentivo e nos desafios enfrentados, como a infraestrutura elétrica e a distribuição de energia. Em seguida, o trabalho aprofunda-se na Lei nº 14.300/2022, analisando suas implicações legais para a micro e minigeração distribuída, com foco nas novas regulamentações do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e na taxação da energia solar. A partir disso, são discutidos os impactos econômicos e a viabilidade dos projetos fotovoltaicos no Brasil.

No capítulo de resultados e discussão, são apresentados os impactos da legislação na viabilidade econômica do setor e a análise dos desafios estruturais, como a capacidade de transmissão e os custos de adaptação das distribuidoras de energia. O trabalho também aborda as implicações sociais e ambientais, discutindo a inclusão energética proporcionada pela energia solar e os benefícios ambientais, como a redução das emissões de CO₂. A conclusão sintetiza os achados do estudo e propõe soluções para superar os obstáculos identificados, como o aprimoramento da infraestrutura e o desenvolvimento de políticas públicas que tornem a energia solar mais acessível e competitiva no país. A estrutura do trabalho permite uma visão abrangente e integrada dos aspectos técnicos, econômicos, sociais e legais que envolvem a implementação da energia solar fotovoltaica no Brasil.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada para este trabalho consistiu em uma revisão de literatura detalhada sobre a energia solar fotovoltaica no Brasil e os efeitos da Lei nº 14.300/2022, com o intuito de compreender os múltiplos aspectos relacionados à implementação e aos impactos dessa legislação no setor. Para isso, foram analisados artigos acadêmicos, dissertações, teses e estudos de caso disponíveis em bases de dados acadêmicas e científicas, como Google Scholar, Scopus, Web of Science e Portal de Periódicos da CAPES. A pesquisa se concentrou em fontes publicadas entre 2020 e 2025, com o objetivo de garantir a atualidade e relevância das informações utilizadas.

Os descritores utilizados para a busca nas bases de dados incluíram termos como “energia solar fotovoltaica”, “Lei nº 14.300/2022”, “geração distribuída de energia elétrica”, “impactos econômicos da Lei 14.300”, “infraestrutura elétrica no Brasil” e “compensação de energia solar”. A seleção das fontes foi baseada em critérios de inclusão que consideraram a relevância do estudo para os objetivos do trabalho, a qualidade metodológica dos estudos e a aplicabilidade dos resultados no contexto brasileiro. Foram priorizados estudos que discutissem tanto os aspectos técnicos e regulatórios quanto os impactos sociais e econômicos da implementação da lei.

Foram estabelecidos critérios de exclusão para a seleção de fontes, de modo a evitar a utilização de trabalhos que abordassem temas não diretamente relacionados ao marco regulatório da geração distribuída ou que apresentassem análises desatualizadas ou com falhas metodológicas significativas. Assim, foram descartados artigos com mais de cinco anos de publicação (fora do período estipulado) e aqueles que não abordavam diretamente a Lei nº 14.300/2022 ou não discutiam os efeitos dessa legislação no setor fotovoltaico. O foco na literatura mais recente, entre 2020 e 2025, foi escolhido para garantir a análise dos efeitos mais atuais da legislação e das mudanças no setor energético.

3 PANORAMA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL

3.1 Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

A energia solar fotovoltaica tem se consolidado como uma das alternativas mais promissoras para a matriz energética brasileira. O país, devido à sua localização geográfica, apresenta condições ideais para o aproveitamento dessa fonte de energia, com uma incidência solar elevada em praticamente todo o território. Segundo Alvarenga e Payeras (2022), a energia solar tem experimentado um crescimento substancial no Brasil, tanto em termos de capacidade instalada quanto no número de projetos em andamento. Este avanço é impulsionado pela necessidade de diversificação da matriz energética e pela busca por soluções mais sustentáveis para a geração de eletricidade.

O setor de energia solar fotovoltaica no Brasil se beneficia de um ambiente natural favorável, mas também de políticas públicas que incentivam o desenvolvimento dessa tecnologia. Segundo Araújo e Albuquerque (2023), a instalação de sistemas fotovoltaicos tem se expandido tanto em áreas urbanas quanto rurais, com destaque para a implementação de sistemas de microgeração e minigeração distribuída. A geração distribuída, conforme ressaltado por Rocha et al. (2024), permite que consumidores residenciais e comerciais gerem sua própria energia e ainda possam injetar o excedente na rede elétrica, recebendo créditos para abater no consumo futuro.

A legislação brasileira tem sido um dos fatores determinantes para o crescimento do setor fotovoltaico. A Lei nº 14.300/2022, que regulamenta a micro e minigeração distribuída, é um marco na regulação do setor e oferece um arcabouço jurídico mais robusto para os investidores e consumidores. Cardoso e Moura (2025) destacam que a lei não só garante a segurança jurídica, mas também estabelece regras claras para a compensação de energia e a utilização de infraestruturas compartilhadas pelas distribuidoras de energia. A legislação visa equilibrar os custos operacionais do setor elétrico com as novas formas de geração de energia.

Os desafios para a expansão plena da energia solar no Brasil ainda são significativos. Segundo Santos et al. (2024), a infraestrutura de transmissão e distribuição no país enfrenta limitações, especialmente em regiões que experimentam uma alta demanda por sistemas de geração solar. A capacidade das redes elétricas de absorver toda a energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos nem sempre acompanha o crescimento da geração distribuída, o que gera perdas e afeta a rentabilidade dos investimentos. Esse fator se torna ainda mais relevante quando se

observa a crescente demanda por energia renovável, que tende a superar a capacidade instalada de transmissão em algumas regiões.

Em relação à distribuição de energia e à necessidade de investimentos em infraestrutura, as questões tributárias também merecem atenção. De acordo com Mitsuhashi e Pinto (2025), o tratamento fiscal da energia solar fotovoltaica, especialmente no que diz respeito à isenção de ICMS sobre a energia gerada, tem sido uma das áreas de maior controvérsia na legislação brasileira. Apesar da Lei nº 14.300/2022 trazer avanços, o tratamento tributário ainda gera debates, principalmente sobre a não incidência de impostos em determinados contextos.

A expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil, portanto, está intimamente ligada à melhoria das infraestruturas de transmissão, à adaptação do sistema tributário e à implementação efetiva das políticas públicas que incentivam a adoção dessa fonte de energia. A crescente importância do setor reflete a necessidade de uma combinação entre incentivos econômicos, inovação tecnológica e adequação das redes elétricas para suportar o aumento da geração de energia renovável.

A energia solar fotovoltaica no Brasil está em um processo de rápida expansão, sendo considerada uma das principais alternativas para a diversificação e sustentabilidade da matriz energética nacional. Segundo Pinheiro et al. (2025), um dos principais desafios para o avanço dessa tecnologia no país é a integração das novas instalações solares ao sistema elétrico nacional, que ainda precisa ser adequadamente modernizado para suportar a crescente capacidade de geração distribuída. O crescimento do mercado fotovoltaico não se dá apenas por conta das condições climáticas favoráveis, mas também devido a fatores como o aumento da conscientização sobre os impactos ambientais do uso de fontes fósseis de energia e o desejo por maior independência energética.

O avanço da energia solar fotovoltaica no Brasil, apesar das dificuldades estruturais, tem sido significativamente impulsionado por políticas públicas e incentivos fiscais. O Programa de Desenvolvimento da Geração de Energia Solar (Prosolar), citado por Alvarenga e Payeras (2022), foi uma das iniciativas que alavancaram o crescimento do mercado, oferecendo condições de financiamento e incentivos tributários para a instalação de sistemas solares. O suporte governamental não só facilitou a transição para fontes renováveis, mas também ajudou a reduzir os custos iniciais dos sistemas fotovoltaicos, ampliando sua adoção entre consumidores residenciais e comerciais.

Para que o Brasil consiga expandir ainda mais a utilização da energia solar, é necessário um compromisso contínuo com o aprimoramento das infraestruturas de transmissão e distribuição de energia. As limitações das redes elétricas nas áreas mais remotas e a falta de

investimentos em soluções tecnológicas, como as redes inteligentes, podem retardar a absorção da energia solar, conforme apontado por Rocha, Camboim e Rocha (2024). Isso exige uma abordagem integrada, onde não apenas o setor privado, mas também o governo, invista fortemente em soluções para melhorar a distribuição da energia gerada por sistemas fotovoltaicos, além de promover a inovação tecnológica para otimizar o uso dessa fonte renovável.

3.2 Lei nº 14.300/2022: Marco Regulatório da Geração Distribuída

A Lei nº 14.300/2022, sancionada em janeiro de 2022, estabelece as regras para a micro e minigeração distribuída de energia elétrica no Brasil. Este marco regulatório é um avanço significativo para o setor, pois busca equilibrar os interesses dos consumidores de energia solar e as distribuidoras de eletricidade. Segundo Cuppertino et al. (2023), a implementação da Lei nº 14.300/2022 visou fornecer um arcabouço legal mais claro e seguro para todos os envolvidos na geração distribuída de energia, incluindo as distribuidoras, os consumidores e os investidores.

A principal inovação trazida pela lei é a regulamentação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), que permite aos consumidores que geram sua própria energia fotovoltaica compensarem o excesso de produção na rede elétrica. A partir da compensação, os consumidores podem reduzir seus custos com a energia comprada das distribuidoras. Para Rocha et al. (2024), esse sistema de compensação é um elemento fundamental para a popularização da energia solar fotovoltaica no Brasil, pois oferece uma solução de baixo custo e acessível para consumidores de diferentes perfis econômicos.

A implementação dessa compensação envolve desafios significativos, especialmente no que se refere ao custo da operação e manutenção das redes de distribuição. Segundo Mitsuhashi e Blanchet (2023), a lei estabelece a cobrança gradual dos consumidores de energia solar para a utilização da infraestrutura de distribuição, o que é visto como uma forma de equilibrar os custos operacionais do setor elétrico. A transição para esse novo modelo tarifário, que envolve a "taxação do sol", será realizada de forma gradual, com prazos definidos para os consumidores que já possuem sistemas fotovoltaicos e para aqueles que pretendem adotar essa tecnologia no futuro.

Ainda segundo a análise de Cardoso e Moura (2025), a introdução de tarifas para a utilização da rede elétrica pode ter implicações econômicas para os consumidores, que precisam avaliar a viabilidade de novos investimentos em sistemas fotovoltaicos. Esses custos adicionais podem impactar a rentabilidade dos projetos, principalmente para aqueles consumidores que já adotaram a tecnologia antes da implementação da nova lei. A adequação do setor às novas exigências dependerá da adaptação das distribuidoras e do setor privado, bem como da resposta do mercado à mudança no modelo tarifário.

A Lei nº 14.300/2022 também apresenta desafios relacionados ao financiamento e à viabilidade econômica dos projetos de geração fotovoltaica. Rocha, Camboim e Rocha (2024) discutem as dificuldades enfrentadas por investidores que, com a mudança nas tarifas e a

introdução de novos custos, precisam avaliar a rentabilidade a longo prazo dos projetos. A adoção de tecnologias inovadoras, como as baterias de armazenamento de energia, pode ser uma solução para mitigar os efeitos dessa transição, mas exige investimentos consideráveis, como apontado por Carlos et al. (2025). A regulamentação da geração distribuída é essencial para o crescimento do setor de energia solar no Brasil, mas os efeitos dessa legislação dependerão da capacidade do mercado em se adaptar às novas regras e de como os consumidores e investidores lidarão com as mudanças nas tarifas e custos operacionais.

3.3 Impactos Econômicos da Lei nº 14.300/2022

A Lei nº 14.300/2022 trouxe mudanças significativas para o setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, com impactos diretos na viabilidade econômica de projetos de geração distribuída. A principal modificação foi a implementação de um novo modelo tarifário, com a cobrança de tarifas de uso da rede elétrica para consumidores que geram sua própria energia. Segundo Pinheiro et al. (2025), essa mudança visa garantir a sustentabilidade financeira do sistema elétrico nacional, compartilhando os custos de operação e manutenção com os usuários de sistemas fotovoltaicos, que antes não contribuíam diretamente para esses custos.

A implementação dessa tarifa pode afetar a rentabilidade de projetos de energia solar fotovoltaica, principalmente para consumidores que já instalaram sistemas fotovoltaicos antes da regulamentação da Lei nº 14.300/2022. Cardoso e Moura (2025) ressaltam que a cobrança de tarifas pode ser um obstáculo para novos investimentos em sistemas solares, já que a redução da rentabilidade pode diminuir o retorno financeiro esperado pelos consumidores. Isso pode ter um efeito dissuasivo sobre a expansão do setor, especialmente em um cenário de aumento de custos operacionais.

A análise da viabilidade econômica dos projetos fotovoltaicos também deve considerar a questão dos subsídios e incentivos fiscais. Araújo e Albuquerque (2023) destacam que os incentivos fiscais foram um dos principais fatores responsáveis pelo crescimento do setor até a implementação da Lei nº 14.300/2022. A eliminação ou redução desses incentivos poderia afetar a acessibilidade dos sistemas fotovoltaicos para consumidores de baixa renda e, conseqüentemente, prejudicar o avanço da energia solar no Brasil.

Em termos de impacto social, a Lei nº 14.300/2022 tem o potencial de promover a inclusão energética, especialmente em áreas remotas e de difícil acesso, ao permitir que comunidades isoladas adotem sistemas de geração distribuída. Segundo Fernandes e Alberto (2023), a adoção de energia solar pode reduzir a dependência de fontes de energia mais poluentes e onerosas, como geradores a diesel, melhorando a qualidade de vida em regiões de difícil acesso. A viabilidade econômica dessa adoção dependerá dos custos dos sistemas fotovoltaicos e das condições de financiamento disponíveis para esses consumidores.

Os impactos econômicos da Lei nº 14.300/2022 são complexos e devem ser analisados a partir de diferentes perspectivas. A integração de tecnologias inovadoras, como o uso de baterias de armazenamento de energia, pode ser uma solução para mitigar os custos adicionais impostos pela nova legislação. Segundo Carlos et al. (2025), o uso de baterias pode aumentar a rentabilidade dos sistemas fotovoltaicos ao permitir que os consumidores armazenem o excesso

de energia gerado para utilizá-la durante a noite ou em períodos de alta demanda. Os impactos econômicos da Lei nº 14.300/2022 dependerão da adaptação do mercado e da capacidade dos consumidores e investidores de lidar com os novos custos e desafios impostos pela regulamentação.

A Lei nº 14.300/2022 trouxe uma série de inovações legais para o setor de energia solar fotovoltaica, especialmente em relação à compensação de energia elétrica. A implementação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) representou uma grande mudança, pois possibilitou a troca de excedentes de energia gerados pelos consumidores com a rede elétrica, criando um mecanismo mais eficiente e transparente para o aproveitamento da energia solar. De acordo com Romero (2023), a regulamentação da compensação de energia contribuiu para o desenvolvimento de um mercado mais competitivo, ao permitir que consumidores se tornem geradores de energia, criando um novo modelo de negócio no setor elétrico brasileiro.

A adoção da "taxação do sol", com a cobrança de tarifas sobre a utilização da infraestrutura da rede elétrica, gerou controvérsias significativas. De acordo com Mitsuhashi e Pinto (2025), a implementação dessa cobrança não foi bem recebida por muitos consumidores que já haviam investido em sistemas fotovoltaicos, pois ela impacta diretamente a rentabilidade do investimento. A gradual implementação dessa cobrança é vista por alguns especialistas como uma medida necessária para garantir a sustentabilidade financeira do setor elétrico, especialmente em um contexto onde a geração distribuída tem se expandido rapidamente, porém, sua implementação precisa ser cuidadosamente acompanhada para que não desestime a adoção de tecnologias solares no país.

A transição para o novo modelo tarifário será um desafio significativo para as distribuidoras de energia, que terão que se adaptar ao aumento da geração distribuída e às novas regras impostas pela Lei nº 14.300/2022. Como menciona Rocha et al. (2024), a adaptação das distribuidoras às novas exigências regulatórias, incluindo a cobrança de tarifas para o uso da infraestrutura, será um processo complexo, que exigirá ajustes nas estruturas tarifárias e na gestão das redes de distribuição. A forma como as distribuidoras lidarem com essa transição terá um impacto direto sobre a eficiência do sistema e sobre a rentabilidade dos investimentos no setor de energia solar.

A Lei nº 14.300/2022 teve implicações diretas sobre a viabilidade econômica dos projetos de energia solar fotovoltaica no Brasil. A cobrança de tarifas pela utilização da rede elétrica alterou a dinâmica financeira dos investimentos, gerando desafios para os consumidores que já haviam adotado sistemas fotovoltaicos antes da implementação da nova legislação. Como apontam Cardoso e Moura (2025), embora a medida tenha sido tomada com o intuito de

garantir a sustentabilidade financeira do sistema elétrico, ela pode impactar negativamente o retorno sobre o investimento dos consumidores, especialmente aqueles com menor capacidade de absorver custos adicionais.

O impacto econômico da Lei nº 14.300/2022 não é unânime. Em regiões com alta incidência solar, os sistemas fotovoltaicos continuam a ser uma solução econômica viável, mesmo com a introdução de tarifas para o uso da rede elétrica. Segundo Alvarenga e Payeras (2022), em lugares com grande potencial solar, os projetos fotovoltaicos tendem a se pagar rapidamente, com um tempo de retorno sobre o investimento relativamente curto. Contudo, em locais com menor incidência solar, os consumidores podem enfrentar um período de payback mais longo, o que torna a adoção de sistemas solares menos atraente, principalmente sem incentivos financeiros adequados.

O custo de instalação dos sistemas solares, embora tenha diminuído significativamente nos últimos anos, ainda é um fator determinante para a acessibilidade da tecnologia. Conforme mencionado por Araújo e Albuquerque (2023), a redução de custos em equipamentos, como os módulos fotovoltaicos, não foi suficiente para tornar a energia solar viável para todos os consumidores, especialmente aqueles em situação de vulnerabilidade econômica. Portanto, a criação de mecanismos de financiamento acessíveis, como linhas de crédito especiais ou subsídios, é essencial para garantir que um número maior de brasileiros tenha acesso à geração de energia solar, beneficiando-se de suas vantagens econômicas e ambientais.

3.4 Desafios de Infraestrutura e Capacidade de Transmissão no Brasil

A expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil, embora promissora, enfrenta desafios relacionados à infraestrutura elétrica, especialmente no que se refere à capacidade de transmissão e distribuição de energia. De acordo com Rocha et al. (2024), a geração distribuída de energia solar exige um sistema elétrico capaz de absorver grandes volumes de eletricidade gerada localmente e distribuí-la adequadamente para toda a rede. No entanto, a rede elétrica nacional ainda apresenta limitações significativas em muitas regiões, especialmente nas áreas onde a maior parte da geração solar ocorre, como no Nordeste. A capacidade limitada das redes de distribuição tem sido um dos principais obstáculos para o pleno aproveitamento da energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos.

Alvarenga e Payeras (2022) destacam que o crescimento acelerado da geração de energia solar tem sobrecarregado as redes locais, resultando em perdas de energia e limitações na capacidade de absorção dessa energia. Essa situação é particularmente desafiadora em regiões com alta demanda por energia solar e onde a infraestrutura de distribuição não foi planejada para suportar essa nova realidade. A sobrecarga das redes elétricas também implica em maiores custos de manutenção e investimentos em modernização da infraestrutura, o que pode gerar custos adicionais para os consumidores e para as distribuidoras de energia.

Rocha, Camboim e Rocha (2024) observam que a falta de capacidade da rede elétrica para absorver o excesso de energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos pode resultar em perdas econômicas tanto para os consumidores quanto para os investidores. Isso ocorre porque, em algumas situações, a energia gerada que não pode ser absorvida pela rede é desperdiçada, o que reduz a rentabilidade dos projetos fotovoltaicos. Para mitigar esse problema, é necessário um investimento significativo em infraestrutura, como a expansão das redes de transmissão e a implementação de sistemas de gerenciamento inteligente de energia, que permitem uma melhor distribuição da eletricidade gerada.

A necessidade de modernização da rede elétrica brasileira é um tema recorrente nas análises de especialistas. Santos et al. (2024) afirmam que, além da expansão da capacidade de transmissão, é imprescindível que a infraestrutura seja adequadamente gerida para evitar perdas excessivas e garantir que a energia gerada por fontes renováveis seja utilizada de forma eficiente. A integração de tecnologias como redes inteligentes e sistemas de armazenamento de energia pode ajudar a otimizar o uso da energia solar, permitindo que os consumidores armazenem o excesso de eletricidade gerada durante o dia para utilizá-la quando a demanda for mais alta.

A Lei nº 14.300/2022, ao promover a geração distribuída, coloca uma pressão adicional sobre as distribuidoras de energia para que se adaptem rapidamente a essas novas exigências. A necessidade de investimentos em redes inteligentes e em tecnologias de armazenamento também está alinhada com os objetivos de sustentabilidade e eficiência do setor elétrico. Segundo Mitsuhashi e Blanchet (2023), a modernização da infraestrutura elétrica no Brasil deve ser vista como um componente essencial para o sucesso da transição energética, pois uma rede adaptada à geração distribuída é fundamental para garantir que os benefícios da energia solar sejam plenamente aproveitados.

A infraestrutura elétrica no Brasil precisa, portanto, de investimentos não apenas para expandir a capacidade de transmissão, mas também para melhorar a gestão e distribuição da energia. Isso implica não apenas na construção de novas linhas de transmissão, mas também na modernização das redes existentes, com o uso de tecnologias que favoreçam a integração da energia solar com o sistema elétrico nacional. Se bem implementadas, essas mudanças podem tornar o Brasil um exemplo de inovação e eficiência no uso de fontes renováveis de energia.

A infraestrutura de transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil ainda representa um obstáculo importante para o pleno aproveitamento da energia solar fotovoltaica. A capacidade das redes de distribuição de suportar a grande quantidade de energia gerada por sistemas fotovoltaicos é limitada, especialmente nas regiões que apresentam o maior potencial para geração solar, como o Nordeste. Segundo Fernandes e Alberto (2023), a necessidade de expansão e modernização das redes elétricas é uma prioridade, pois sem essas melhorias, a energia gerada não será totalmente aproveitada, resultando em perdas de energia e impactando a rentabilidade dos investimentos. A implementação de redes inteligentes é vista como uma solução estratégica para melhorar a gestão e distribuição de energia. Redes inteligentes permitem o controle em tempo real do fluxo de energia, otimizando a distribuição e minimizando perdas.

A modernização do sistema de distribuição, incluindo o uso de tecnologias como medidores inteligentes e controle remoto das redes, é fundamental para lidar com o aumento da geração distribuída de energia solar no Brasil. De acordo com Rocha, Camboim e Rocha (2024), a aplicação dessas tecnologias poderia melhorar significativamente a eficiência do sistema elétrico, reduzindo custos operacionais e promovendo a integração eficiente da energia solar.

A questão do armazenamento de energia é outro desafio que precisa ser enfrentado para garantir a eficiência da rede elétrica. As baterias de armazenamento de energia podem permitir que a energia gerada durante o dia seja utilizada à noite ou em períodos de alta demanda. Apesar dos avanços tecnológicos, o alto custo das baterias ainda limita sua adoção generalizada.

3.5 Perspectivas Futuras e Potencial de Crescimento da Energia Solar Fotovoltaica no Brasil

O Brasil apresenta um vasto potencial para expandir o uso da energia solar fotovoltaica, devido às condições climáticas favoráveis e ao crescente interesse por fontes de energia renovável. Como ressaltam Araújo e Albuquerque (2023), o país possui uma das maiores incidências solares do mundo, o que representa uma grande vantagem para a adoção dessa tecnologia. O crescimento contínuo da geração solar é esperado para os próximos anos, impulsionado pela demanda por soluções energéticas mais limpas e pela necessidade de diversificação da matriz energética. A Lei nº 14.300/2022 tem função nesse processo, pois estabelece as condições jurídicas e operacionais para o desenvolvimento da micro e minigeração distribuída.

Apesar dos avanços, o crescimento do setor fotovoltaico dependerá de uma série de fatores, incluindo os impactos da regulamentação e as adaptações necessárias para superar os desafios de infraestrutura. Segundo Cardoso e Moura (2025), a viabilidade econômica dos projetos fotovoltaicos pode ser influenciada pela capacidade das distribuidoras de energia em adaptar a rede elétrica para absorver a crescente produção de energia solar. Isso exige investimentos em infraestrutura, como a expansão das redes de transmissão e a integração de tecnologias de armazenamento de energia, que possibilitam a utilização plena da eletricidade gerada.

O desenvolvimento de novos modelos de financiamento e o acesso a subsídios também serão fatores decisivos para o futuro da energia solar no Brasil. Fernandes e Alberto (2023) destacam que a redução dos custos dos sistemas fotovoltaicos, associada a políticas de incentivo, pode tornar a tecnologia mais acessível, especialmente para consumidores de baixa renda. A implementação de programas de financiamento e a ampliação do acesso a créditos para a instalação de sistemas fotovoltaicos podem acelerar a adoção dessa tecnologia em todas as regiões do país, o que seria um passo importante para a democratização da energia solar.

Mitsubishi e Pinto (2025) apontam que o futuro do setor também dependerá da evolução das políticas tributárias, especialmente no que diz respeito ao tratamento do ICMS sobre a energia solar. A simplificação do sistema tributário e a manutenção da isenção fiscal para a energia solar são fatores que podem tornar a geração fotovoltaica mais competitiva e atrativa para consumidores e investidores. A manutenção de condições favoráveis para o setor ajudaria a manter o ritmo de crescimento observado nos últimos anos.

O potencial de crescimento da energia solar fotovoltaica no Brasil é, portanto, considerável, mas depende de uma série de fatores interconectados, incluindo a infraestrutura de transmissão, a adaptação das distribuidoras de energia às novas exigências e a criação de um ambiente econômico favorável. A colaboração entre governo, setor privado e sociedade civil será essencial para garantir que o Brasil aproveite todo o seu potencial solar e contribua de forma significativa para a transição energética global.

A energia solar fotovoltaica tem o potencial de ter função na construção de um sistema energético mais sustentável, resiliente e inclusivo no Brasil. A implementação da Lei nº 14.300/2022 é um passo importante, mas o sucesso desse modelo dependerá da capacidade do país de superar os desafios relacionados à infraestrutura elétrica e à adaptação das políticas públicas. O futuro da energia solar no Brasil dependerá da evolução contínua do setor, da inovação tecnológica e da colaboração entre os diversos atores envolvidos.

O Brasil possui um enorme potencial para a expansão da energia solar fotovoltaica, sendo um dos países com maior incidência solar no mundo. Isso coloca o país em uma posição estratégica para liderar a transição global para uma matriz energética mais limpa e sustentável. Contudo, como mencionado por Santos et al. (2024), o crescimento do setor dependerá de uma série de fatores, incluindo a continuidade dos incentivos fiscais, o aprimoramento das infraestruturas de transmissão e distribuição e o aumento da conscientização sobre os benefícios da energia solar.

O futuro do setor de energia solar no Brasil também será influenciado pelas inovações tecnológicas, que continuarão a reduzir os custos de produção e instalação dos sistemas solares. A pesquisa e o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias para aumentar a eficiência dos painéis solares e reduzir seus custos de fabricação serão fundamentais para garantir a competitividade da energia solar no mercado energético. De acordo com Cardoso e Moura (2025), as inovações tecnológicas, como a utilização de painéis solares mais eficientes e sistemas de armazenamento de energia mais baratos, têm o potencial de tornar a energia solar acessível a uma maior parte da população brasileira.

A colaboração entre o governo, o setor privado e a sociedade civil será essencial para garantir o sucesso da transição energética no Brasil. A criação de políticas públicas que incentivem o uso da energia solar em áreas carentes, aliadas a investimentos em infraestrutura, poderá promover uma distribuição mais equitativa dos benefícios da geração solar. O Brasil, com seu vasto território e recursos naturais, tem o potencial de se tornar um líder global em energia solar, ajudando não só a reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas também a criar um sistema energético mais resiliente e sustentável.

3.6 Desafios Sociais e Ambientais da Geração Solar Fotovoltaica no Brasil

A expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil também envolve considerações sociais e ambientais, que merecem atenção devido às suas implicações em várias esferas, como a inclusão energética e a redução das emissões de gases de efeito estufa. A geração solar fotovoltaica representa uma solução sustentável e limpa, alinhada com as metas globais de descarbonização e combate às mudanças climáticas. Conforme apontado por Araújo e Albuquerque (2023), a energia solar, ao ser uma fonte renovável, tem o potencial de reduzir a dependência do país de fontes de energia fósseis, contribuindo para a diminuição das emissões de CO₂ e outros poluentes. Esse efeito positivo sobre o meio ambiente torna a energia solar uma das alternativas mais viáveis para enfrentar a crise climática e promover um futuro mais sustentável.

Além das vantagens ambientais, a energia solar fotovoltaica também oferece a possibilidade de inclusão social, especialmente em regiões remotas e de difícil acesso, como o Norte e o Nordeste do Brasil. Segundo Fernandes e Alberto (2023), a instalação de sistemas fotovoltaicos em comunidades isoladas pode proporcionar acesso à energia elétrica de forma sustentável, reduzindo a dependência de fontes de energia caras e poluentes, como geradores a diesel. Esse acesso pode melhorar a qualidade de vida das populações locais, promovendo o desenvolvimento econômico e social em áreas que tradicionalmente enfrentam dificuldades para acessar eletricidade.

A implementação de sistemas fotovoltaicos em áreas rurais ou remotas ainda enfrenta desafios relacionados à infraestrutura e ao financiamento. A acessibilidade econômica dos sistemas solares fotovoltaicos continua sendo uma barreira para muitas comunidades de baixa renda. A falta de recursos financeiros para adquirir e instalar os sistemas fotovoltaicos pode limitar o potencial de inclusão social que essa tecnologia oferece. Cardoso e Moura (2025) ressaltam que, embora o custo de instalação tenha diminuído ao longo dos anos, ainda há uma necessidade de políticas públicas que incentivem a adoção de energia solar em regiões mais carentes, por meio de subsídios e linhas de crédito facilitadas para a população de baixa renda.

Os desafios ambientais relacionados à geração solar fotovoltaica no Brasil também envolvem a necessidade de gerenciamento adequado dos resíduos gerados pelos sistemas ao longo de sua vida útil. A reciclagem de módulos solares é um tema crescente, já que, com o aumento do uso de painéis solares, surge a preocupação com a disposição dos mesmos quando atingem o fim de sua vida útil. Segundo Mitsuhashi e Pinto (2025), a implementação de políticas e tecnologias para a reciclagem dos módulos solares será essencial para garantir a

sustentabilidade ambiental dessa fonte de energia no longo prazo. O desenvolvimento de métodos eficazes para a reciclagem de painéis solares poderá minimizar os impactos ambientais e contribuir para o ciclo de vida sustentável da tecnologia.

A evolução da legislação e das políticas públicas deve considerar os impactos sociais e ambientais de forma integrada. O Brasil, ao adotar uma matriz energética mais limpa e renovável, precisa garantir que os benefícios da transição energética sejam distribuídos de maneira equitativa, sem deixar de atender às necessidades das populações mais vulneráveis. A Lei nº 14.300/2022 pode ser vista como uma tentativa de equilibrar as questões regulatórias, mas seu impacto dependerá da forma como o governo e os setores envolvidos implementarem as políticas de incentivo e apoio àqueles que ainda não têm acesso às tecnologias renováveis.

A transição para a energia solar fotovoltaica no Brasil também envolve um processo de conscientização e educação ambiental. A população precisa ser informada sobre as vantagens e os desafios dessa fonte de energia, além de entender como ela pode contribuir para a melhoria das condições ambientais e sociais do país. A educação e a conscientização pública sobre as questões energéticas serão fundamentais para garantir o apoio da sociedade à expansão da energia solar e à criação de políticas públicas mais inclusivas e sustentáveis.

Além das questões tecnológicas e econômicas, a adoção da energia solar fotovoltaica no Brasil também apresenta uma série de implicações sociais e ambientais que devem ser cuidadosamente avaliadas. A principal vantagem social da energia solar está em sua capacidade de proporcionar acesso à energia elétrica para comunidades que, até recentemente, não tinham acesso à rede elétrica convencional. A instalação de sistemas fotovoltaicos em regiões isoladas pode fornecer uma solução sustentável e economicamente viável para problemas históricos de eletrificação. Segundo Alvarenga e Payeras (2022), ao permitir que essas comunidades sejam auto-suficientes em termos de energia, a energia solar pode gerar benefícios em diversas áreas, como saúde, educação e segurança, ao melhorar a qualidade de vida e facilitar o desenvolvimento local.

Os desafios sociais se manifestam, principalmente, nas dificuldades de acesso ao financiamento para as camadas mais vulneráveis da população. A aquisição de sistemas fotovoltaicos continua a ser um investimento de alto custo, dificultando sua adoção em grande escala entre famílias de baixa renda. A redução dos custos dos sistemas solares, embora significativa, não é suficiente para garantir o acesso universal à tecnologia, como apontado por Cardoso e Moura (2025). A criação de políticas públicas mais eficazes, como linhas de crédito mais acessíveis e programas de incentivo à instalação de sistemas fotovoltaicos em áreas de

baixa renda, é essencial para garantir que a transição energética beneficie a todos e não apenas aqueles com maior capacidade de investimento.

No aspecto ambiental, a energia solar representa uma solução limpa e renovável para a matriz energética brasileira. A diminuição das emissões de CO₂ é um dos principais benefícios da adoção em larga escala de fontes de energia solar. Entretanto, os impactos ambientais relacionados ao ciclo de vida dos módulos fotovoltaicos não podem ser ignorados. A questão da reciclagem de painéis solares é um desafio crescente, pois a quantidade de resíduos gerados tende a aumentar à medida que os sistemas atingem o fim de sua vida útil. Segundo Rocha et al. (2024), a implementação de uma política robusta de reciclagem e de gestão adequada dos resíduos de módulos solares será fundamental para minimizar os impactos ambientais e garantir que a energia solar seja verdadeiramente sustentável a longo prazo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de Faturas de Energia Antes e Depois da Lei N^a 14.300/2022

O modelo de cobrança na fatura de energia, para os consumidores da concessionária energia do Estado do Pará, sofreu mudanças quando se comparam as contas de energia de clientes que homologaram seu sistema de energia solar antes e depois da entrada em vigor da Lei n^o 14.300/2022.

A seguir, tem-se a imagem da fatura de energia de um consumidor da concessionária de energia do Estado do Pará antes da instalação do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), consumidor esse que será denominado de Residência 1, e em seguida a imagem atual da fatura de energia com o sistema de energia solar instalado. Este consumidor teve seu SFCR homologado antes da Lei n^o 14.300/2022 entrar em vigor.

Figura 1 – Residência 1 - Fatura de Energia Antes da Instalação do SFCR
(Antes da Lei n^o 14.300/2022 entrar em vigor)

Dados da Instalação					Demonstrativo do Faturamento									
Classificação: Residencial Pleno - BIFÁSICO N ^o Parceiro de Negócio: 749053 Grupo e Subgrupo de Tensão: B/B1 Tipo de Tarifa: CONVENCIONAL MONÔMIA Fator de Potência: 0,00					Tensão Nominal (V): 220 V Unidade de Leitura: AN07T007 N ^o Medidor: 21000488965 Perdas no Ramal (kWh): 2									
Datas														
Emissão		Apresentação		Previsão próxima leitura										
12/08/2021		19/08/2021		13/09/2021										
Informações do consumo do mês + Tarifa sem Tributos														
Constante	Data Leitura Anterior	Data Leitura Atual	Qtd.Dias	Resolução Aneel										
1,00	13/07/2021	12/08/2021	30	2750/20										
Canal de Leitura	Leitura Anterior	Leitura Atual	Consumo	Tarifa sem Tributos										
ATIVO TOTAL	8.166	8.834	468 kWh	0,715762										
Histórico do Consumo (kWh)														
447	423	423	370	408	340	327	319	364	381	437	459	468		
AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO		
									Total a pagar:		R\$ 579,95			
									Reaviso de vencimento					

A residência da imagem acima possuía média de consumo mensal de 393,25 kWh/mês antes da instalação do SFCR, tendo como referência o consumo dos meses de Setembro de 2020 até Agosto de 2021. O valor de R\$579,95 é referente ao consumo do mês de Agosto de 2021 (468kWh/mês), valor este que é determinado pela multiplicação da tarifa de energia pelo consumo da residência, o resultado dessa multiplicação é somado ao adicional de bandeira vermelha, iluminação pública e aos impostos: PIS, COFINS e ICMS

Figura 2 – Residência 1 - Fatura de Energia Após a Instalação do SFCR
(Antes da Lei nº 14.300/2022 entrar em vigor)

Conta Mês	Vencimento	Total a Pagar	Protocolo de autorização: 3152500028463058 - 30/09/2025 às 09:55:56																																															
09/2025	14/10/2025	R\$ 134,30																																																
INFORMAÇÕES PARA O CLIENTE																																																		
<p>Prezado cliente, em respeito a você e para atendê-lo muito melhor, informamos que excepcionalmente neste mês a data de vencimento da sua fatura foi alterada para o dia 14/10/2025. Períodos: Band. Tarif.: Vermelha: 28/08 - 28/09. O montante da devolução é resultado da multiplicação do CONSUMO COMPENSADO pela mini/microgeração (428,01 kWh) pela tarifa. Proporcionalizada, quando for o caso. Demonstrativos de Saldos em kWh referente a Mini e Micro Geração, conforme REN nº 1059/2023. Para esse faturamento foi calculada a perda no ramal, conforme Resolução ANEEL 1000/2021. Conforme Lei 14.300/21, durante período de transição não haverá cobrança da energia elétrica compensada. Saldo de créditos expirados no ciclo ref 09/25: 0,00 kWh. Esta instalação recebe excedente de energia na modalidade Distribuição Percentual das seguintes CC: 7490534(100%). Esta instalação recebe excedente de energia na modalidade Ordem de Prioridade das seguintes CC: 7490534(000000). Conta contrato geradora 7490534: Saldo do Mês Geral Total: 70,69, Saldo Acumulado Geral Total: 1.044,22, Saldo atualizado a expirar de 34,02 na ref 01/29</p>																																																		
Itens de Fatura	Quant.	Preço Unit.(R\$) com Tributos	Tarifa Unit.(R\$)	PIS/COFINS(R\$)	ICMS (R\$)	Valor(R\$)	Tributo	Base(R\$)	Alíquota(%)	Valor(R\$)																																								
Consumo (kWh)	50	1,250400	0,978300	1,73	11,88	62,52	ICMS	67,53	19,0000	12,83																																								
Consumo Compensado (kWh)	428,01	0,931170	0,728550	11,00	75,73	398,55	PIS	54,70	0,8073	0,33																																								
Energia Ativa Injetada (kWh)	428,01	0,931170	0,728550	11,00-	75,73-	398,55-	COFINS	54,70	2,8025	1,53																																								
Adicional Bandeira				0,13	0,95	5,01																																												
ITENS FINANCEIROS																																																		
Cip-Ilum Pub Pref Munic							66,77																																											
							 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>Consumo (kWh)</th> <th>Injetado (kWh)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>SET/24</td><td>566</td><td>471</td></tr> <tr><td>OUT/24</td><td>530</td><td>226</td></tr> <tr><td>NOV/24</td><td>593</td><td>373</td></tr> <tr><td>DEZ/24</td><td>454</td><td>365</td></tr> <tr><td>JAN/25</td><td>370</td><td>312</td></tr> <tr><td>FEV/25</td><td>312</td><td>312</td></tr> <tr><td>MAR/25</td><td>337</td><td>324</td></tr> <tr><td>ABR/25</td><td>490</td><td>378</td></tr> <tr><td>MAI/25</td><td>495</td><td>417</td></tr> <tr><td>JUN/25</td><td>457</td><td>576</td></tr> <tr><td>JUL/25</td><td>405</td><td>533</td></tr> <tr><td>SET/25</td><td>478</td><td>305</td></tr> </tbody> </table>					Mês	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)	SET/24	566	471	OUT/24	530	226	NOV/24	593	373	DEZ/24	454	365	JAN/25	370	312	FEV/25	312	312	MAR/25	337	324	ABR/25	490	378	MAI/25	495	417	JUN/25	457	576	JUL/25	405	533	SET/25	478	305
Mês	Consumo (kWh)	Injetado (kWh)																																																
SET/24	566	471																																																
OUT/24	530	226																																																
NOV/24	593	373																																																
DEZ/24	454	365																																																
JAN/25	370	312																																																
FEV/25	312	312																																																
MAR/25	337	324																																																
ABR/25	490	378																																																
MAI/25	495	417																																																
JUN/25	457	576																																																
JUL/25	405	533																																																
SET/25	478	305																																																

A imagem acima é referente ao consumo da Residência 1, porém com o sistema fotovoltaico instalado. A média de consumo mensal contabilizado, tendo como referência os meses de Outubro de 2024 até Setembro de 2025, foi de 460,58 kWh/mês e a média de energia injetada na rede neste mesmo período foi de 456,25 kWh/mês. O valor de R\$134,30 é referente ao consumo do mês de Setembro de 2025, valor este que é determinado pela multiplicação da tarifa de energia atual (com impostos) pelo custo de disponibilidade de rede, determinado pela concessionária de energia do Estado do Pará seguindo as características: consumidor atendido em rede monofásica = 30kW, consumidor atendido em rede bifásica = 50kW e consumidor atendido em rede trifásica = 100 kW (Equatorial-PA), o resultado dessa multiplicação é somado ao adicional de bandeira vermelha e iluminação pública. Conforme mencionado anteriormente, o modelo de cobrança na fatura de energia, para os consumidores da concessionária energia do Estado do Pará, sofreu mudanças quando se comparam as contas de energia de clientes que homologaram seu sistema de energia solar antes e depois da entrada em vigor da Lei nº 14.300/2022.

A seguir, tem-se a imagem da fatura de energia de um consumidor da concessionária de energia do Estado do Pará antes da instalação do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR), consumidor esse que será denominado de Residência 2, e em seguida a imagem atual da fatura de energia com o sistema de energia solar instalado. Este consumidor teve seu SFCR homologado após a Lei nº 14.300/2022 entrar em vigor.

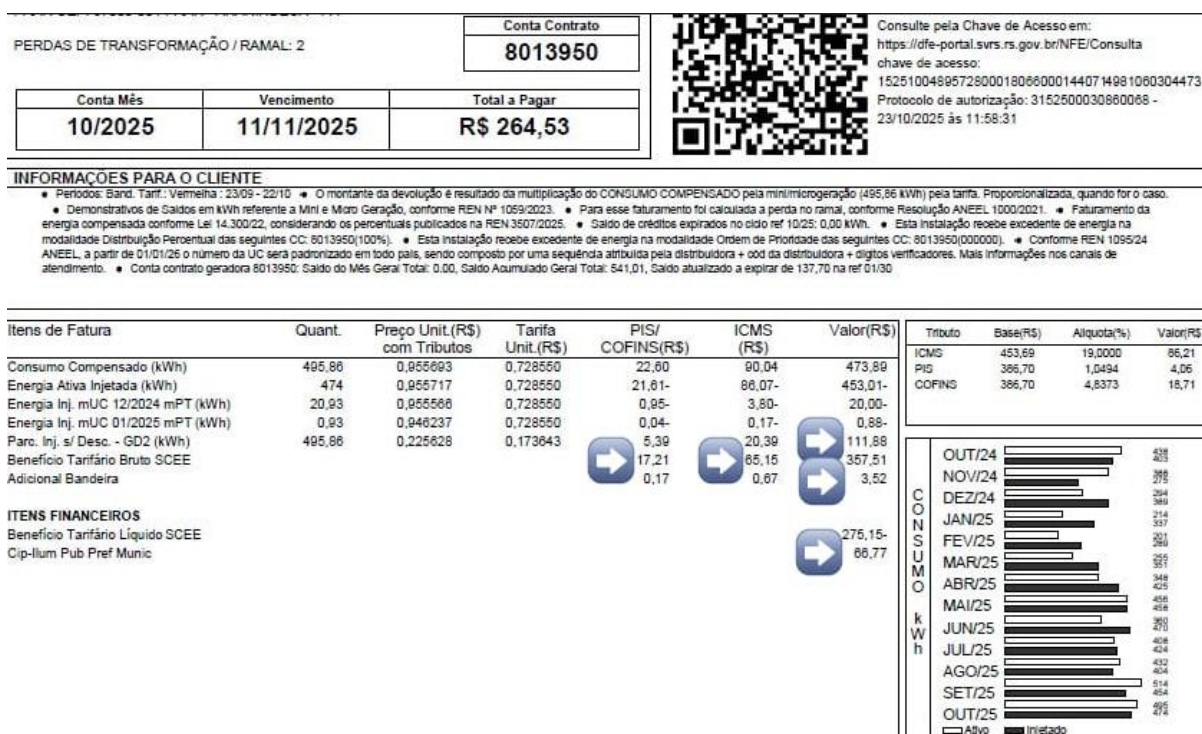
Figura 3 – Residência 2 - Fatura de Energia Antes da Instalação do SFCR

(Após Lei nº 14.300/2022 entrar em vigor)

PERDAS DE TRANSFORMAÇÃO / RAMAL: 1			Conta Contrato		QR CODE	Consulte pela Chave de Acesso em: https://dfe-portal.svrs.rs.gov.br/NFE/Consulta chave de acesso: 1524080489572800018068000098632781045681469 Protocolo de autorização: 3152400020995129 - 27/08/2024 às 14:19:28																												
			8013950																															
Conta Mês	Vencimento	Total a Pagar																																
08/2024	11/09/2024	R\$ 537,42																																
INFORMAÇÕES PARA O CLIENTE																																		
<ul style="list-style-type: none"> Períodos Band. Tarif. Amarela : 27/07 - 31/07 Verde : 01/08 - 27/08 Para esse faturamento foi calculada a perda no ramal, conforme Resolução ANEEL 1000/2021. Reajuste Tarifário com efeito médio negativo de 3,23%, DSP nº 2335/24 com vigência em 07/08/2024. 																																		
Itens de Fatura	Quant.	Preço Unit.(R\$) com Tributos	Tarifa Unit.(R\$)	PIS/COFINS(R\$)	ICMS (R\$)	Valor(R\$)	Tributo	Base(R\$)	Alíquota(%)	Valor(R\$)																								
Consumo (kWh)	395,64	1,224851	0,946380	18,11	92,07	464,60	ICMS	464,11	19,0000	92,36																								
Adicional Bandeira				0,06	0,29	1,51	PIS	393,75	0,8218	3,24																								
							COFINS	393,75	3,7905	14,93																								
ITENS FINANCEIROS																																		
Cip-Ilum Pub Pref Munic						51,31																												
							<table border="1"> <tr><td>AGO/23</td><td>348</td></tr> <tr><td>SET/23</td><td>346</td></tr> <tr><td>OUT/23</td><td>342</td></tr> <tr><td>NOV/23</td><td>348</td></tr> <tr><td>DEZ/23</td><td>322</td></tr> <tr><td>JAN/24</td><td>340</td></tr> <tr><td>FEV/24</td><td>340</td></tr> <tr><td>MAR/24</td><td>324</td></tr> <tr><td>ABR/24</td><td>356</td></tr> <tr><td>MAI/24</td><td>388</td></tr> <tr><td>JUN/24</td><td>390</td></tr> <tr><td>AGO/24</td><td>397</td></tr> </table>				AGO/23	348	SET/23	346	OUT/23	342	NOV/23	348	DEZ/23	322	JAN/24	340	FEV/24	340	MAR/24	324	ABR/24	356	MAI/24	388	JUN/24	390	AGO/24	397
AGO/23	348																																	
SET/23	346																																	
OUT/23	342																																	
NOV/23	348																																	
DEZ/23	322																																	
JAN/24	340																																	
FEV/24	340																																	
MAR/24	324																																	
ABR/24	356																																	
MAI/24	388																																	
JUN/24	390																																	
AGO/24	397																																	

A residência da imagem acima possuía média de consumo mensal de 359,91 kWh/mês antes da instalação do SFCR, tendo como referência o consumo dos meses de Setembro de 2023 até Agosto de 2024. O valor de R\$537,42 é referente ao consumo do mês de Agosto de 2024 (397kWh/mês), valor este que é determinado pela multiplicação da tarifa de energia (com impostos) pelo consumo da residência, o resultado dessa multiplicação é somado ao adicional de bandeira vermelha e iluminação pública. Nota-se que a média de consumo da Residência 2 é bem próxima da média de consumo da Residência 1.

Figura 4 – Residência 2 - Fatura de Energia Após Instalação do SFCR
(Após Lei nº 14.300/2022 entrar em vigor)



A imagem acima é referente ao consumo da Residência 2, porém com o sistema fotovoltaico instalado. A média de consumo mensal contabilizado, tendo como referência os meses de Novembro de 2024 até Outubro de 2025, foi de 363,75 kWh/mês e a média de energia injetada na rede neste mesmo período foi de 395,83 kWh/mês. O valor de R\$264,53 é referente ao consumo do mês de Outubro de 2025, valor este que é determinado agora pelos seguintes componentes: Tarifa do imposto Fio B, PIS, COFINS, ICMS, Adicional de Bandeira Vermelha e Iluminação Pública. O valor atual do imposto Fio B está em R\$0,22 por kilowatts compensado, ou seja, o valor da conta de energia após a Lei nº 14.300/2022 entrar em vigor é determinado pelo produto da quantidade de kilowatts compensados pelo sistema por R\$0,22, o resultado dessa multiplicação é somado ao adicional de bandeira vermelha, à iluminação pública e aos impostos PIS, COFINS e ICMS.

Analisando o consumo do mês de Setembro da Residência 1 (Antes da Lei nº 14.300/2022 entrar em vigor), que foi de 478 kWh/mês, observa-se uma proximidade em relação ao consumo do mês de Outubro da Residência 2 (Após Lei nº 14.300/2022 entrar em vigor), que foi de 495 kWh/mês, proximidade que não se aplica quando analisa-se e o valor final referente às faturas de energia das respectivas residências, os quais foram R\$134,30 e R\$264,53.

Figura 6 – Residência 1 - Dados Técnicos do SFCR

<p>Ajustes de proteção adotados no inversor Growatt MIN5000TL-X 1-Tensão (T): $80\text{ V} < T < 550\text{ V}$ 2-Frequência (F): $50,6\text{ Hz} < F < 65\text{ Hz}$ 3-Anti-Ilhamento: Atuação menor que 2 s 4- Fator de Potência (FP): 0,85 - 1 ind./cap.</p>	<p><u>Dados da unidade consumidora:</u> 01 - N° da UC: 7490534 02 - Coordenadas: 1°23'30.2"S 48°22'42.6"W 03 - Tipo de conexão: Bifásica 04 - Disjuntor do padrão de entrada: 63 A 05 - Ramal de entrada: 16(16)16 06 - Grupo da UC: Grupo B</p>
<p><u>Informações básicas da geração fotovoltaica:</u> <u>Inversor:</u> 01 - Tipo: Monofásico - 2 MPPTs 02 - Potência: 5 kW 03 - Quantidade: 1 04 - Tensão de entrada: 80 Vcc 05 - Tensão máxima de entrada: 550Vcc 06 - Tensão de saída: 230V 07 - Corrente nominal de saída: 22,7 A 08 - Máxima eficiência do inversor: 98,2%</p>	<p><u>Dados da medição:</u> 01 - Tipo de medidor: Bidirecional</p>
<p>A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) publicou no último dia 26 de março de 2014 um despacho (DESPACHO N° 720, DE 25 DE MARÇO DE 2014) que tira a obrigatoriedade do uso do Dispositivo de Seccionamento Visível (DSV), Elemento de Desconexão (ED), em sistemas de microgeração distribuída. O órgão nacional entendeu que os inversores já são o suficiente para garantir a segurança da conexão dos microgeradores fotovoltaicos à rede.</p>	<p><u>Informações gerais sobre a geração:</u> 01 - Energia utilizada: Solar Fotovoltaica 02 - Potência nominal: 5 kWp 03 - Tensão nominal de geração: 230V CA 04 - Tipo de acesso pretendido: Bifásico</p> <p><u>Informações básicas da geração fotovoltaica:</u> <u>Módulo Solar:</u> 01 - Tipo: Policristalino 02 - Potência nominal: 335Wp 03 - Quantidade: 16 04 - Eficiência: 17% 05 - Corrente no ponto de máxima potência: 8,79A 06 - Corrente de curto-circuito: 9,25A 07 - Tensão no ponto de máxima potência: 38,1V 08 - Tensão de circuito aberto: 45,44V 09 - Temperatura Nominal de Operação da Célula: 45°C 10 - Coeficiente de temperatura de circuito aberto: -0,31%/°C 11 - Número de arranjos: 2 12 - Número de módulos por arranjo: 8 13 - Dimensões de cada módulo (CxLxE): 1960x992x35 mm</p>

Figura 7 – Residência 2 - Diagrama Unifilar do Projeto do SFCR

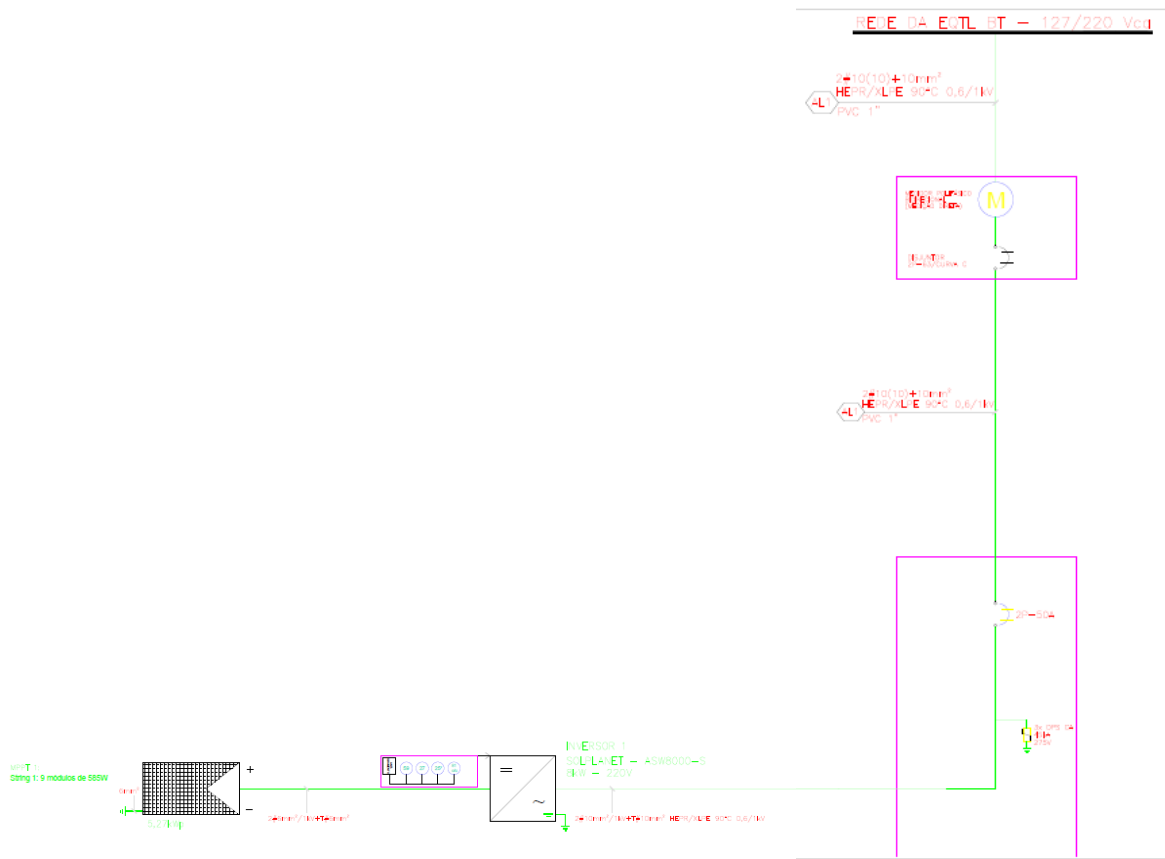
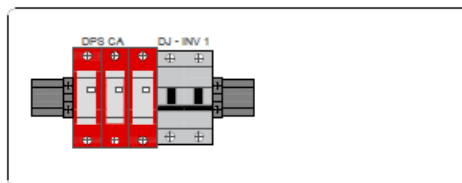
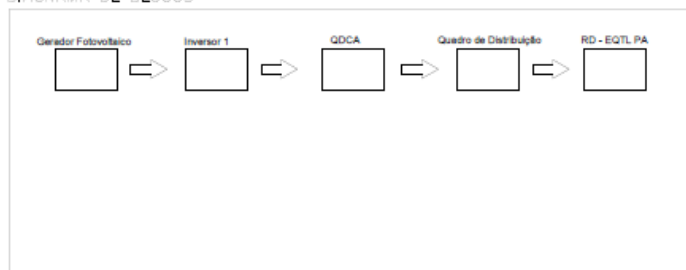


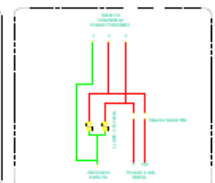
Figura 8 – Residência 2 - Dados Técnicos do SFCR

Informações básicas do Inversor 1:
 01 - SOLPLANET - ASW8000-S
 02 - Potência: 8 kW
 03 - Quantidade: 1
 04 - Tensão de entrada: 330 Vcc
 05 - Tensão máxima de entrada: 600Vcc
 06 - Tensão de saída: 220V
 07 - Corrente máxima de saída: 40 A
 08 - Máxima eficiência do inversor: 97,7%

Informações básicas do Módulo Solar:
 01 - TSUN - TSM472H-N-585
 02 - Potência nominal: 585Wp
 03 - Quantidade: 9
 04 - Eficiência: 22,65%
 05 - Corrente de máxima potência: 13,76A
 06 - Corrente de curto-circuito: 14,55A
 07 - Tensão de máxima potência: 42,52V
 08 - Tensão de circuito aberto: 51,16V



1 QDCA



2 DIAGRAMA QDCA

4.2 Análise de dados de Consumo, Energia Injetada e Valores Pagos em faturas antes e depois da Lei 14.300/2022 entrar em vigor.

Com a entrada em vigor da Lei 14.300/2022 em Janeiro de 2023, houve alterações na forma de tributação das faturas de energia das concessionárias. A inserção do imposto denominado Fio B sobre a energia compensada através do sistema de energia solar fotovoltaico, trouxe mudança no valor final pago pelo consumidor.

O Fio B é um componente da TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição), que é a parte da conta de energia que remunera a concessionária de energia sobre os custos da rede de distribuição, ou seja, a concessionária passa a receber uma parte do valor que é compensado pelo sistema de energia solar por disponibilizar a infraestrutura da rede como: postes, cabos, transformadores, entre outros componentes usados quando o sistema fotovoltaico injeta energia na rede da concessionária.

Antes da lei 14.300/2022, quem possuía sistema solar conectado à rede, compensava 100% da energia que injetava, ou seja, o valor dos créditos do sistema era igual ao valor consumo. Com a entrada em vigor da Lei 14.300/2022, a cobrança do imposto Fio B está sendo implementada de forma gradativa, através dos dados a seguir: 2023 foi cobrado 15% do imposto Fio B, em 2024 foi cobrado 30% do imposto, em 2025 foi cobrado 45% do imposto, em 2026 será cobrado 60%, em 2027 será cobrado 75%, em 2028 será cobrado 90% e em 2029 será cobrado 100% do imposto Fio B de acordo com as normas estabelecidas pela ANEEL.

Conforme mencionado acima, o imposto está sendo cobrado de forma proporcional com o passar dos anos e é notório o impacto do imposto sobre o valor final pago pelo consumidor que adquiriu o projeto de energia solar após a Lei 14.300/2022 entrar em vigor.

A seguir, tem-se dados de Consumo, Energia Injetada e Valores Pagos das mesmas residências do tópico anterior (Residência 1 e Residência 2), durante o período de Novembro de 2024 a Outubro de 2025 para fins de comparação de valores de energia pagos em cada residência.

Figura 9 – Residência 1 - Dados de Consumo, Energia Injetada e Valor Pago

RESIDÊNCIA 1			
MÊS	CONSUMO (kWh/m)	ENERGIA INJETADA (kWh/m)	VALOR PAGO
nov/24	583	373	R\$ 158,78
dez/24	484	308	R\$ 117,19
jan/25	370	314	R\$ 111,15
fev/25	345	314	R\$ 110,77
mar/25	337	324	R\$ 111,16
abr/25	490	378	R\$ 124,97
mai/25	486	417	R\$ 127,97
jun/25	457	536	R\$ 129,61
jul/25	405	523	R\$ 127,97
ago/25	562	572	R\$ 159,04
set/25	478	505	R\$ 135,49
out/25	541	501	R\$ 167,78
MÉDIA	462	422	R\$ 131,82
TOTAL	5538	5065	R\$ 1.581,88

Figura 10 – Residência 2 - Dados de Consumo, Energia Injetada e Valor Pago

RESIDÊNCIA 2			
MÊS	CONSUMO (kWh/m)	ENERGIA INJETADA (kWh/m)	VALOR PAGO
nov/24	388	275	R\$ 294,27
dez/24	294	389	R\$ 160,00
jan/25	214	337	R\$ 139,27
fev/25	201	289	R\$ 135,72
mar/25	255	351	R\$ 100,45
abr/25	348	425	R\$ 194,87
mai/25	456	458	R\$ 264,15
jun/25	360	470	R\$ 211,54
jul/25	408	424	R\$ 233,35
ago/25	432	404	R\$ 231,91
set/25	514	454	R\$ 308,43
out/25	495	474	R\$ 278,43
MÉDIA	364	396	R\$ 212,70
TOTAL	4365	4750	R\$ 2.552,39

Para exemplificar o aumento no valor pago para os consumidores que homologaram o seu projeto de energia solar após a entrada em vigor da Lei 14.300, as duas imagens acima mostram o total pago em 12 meses nas duas residências, sendo R\$1.581,88 para a Residência 1 e R\$2.552,39 para a Residência 2, a diferença entre os dois valores foi de R\$970,51.

Um outro dado interessante é sobre o consumo total da Residência 1 ser de 5.538 kWh/ano e o consumo total da Residência 2 ser de 4.365 kWh/ano. Mesmo com Residência 1 consumindo 1.173 kWh/ano a mais que a Residência 2 durante os 12 meses, o valor final pago no mesmo período pela Residência 1 foi menor.

Figura 11 – Residência 1 – Gráfico de Consumo, Energia Injetada e Valor Pago

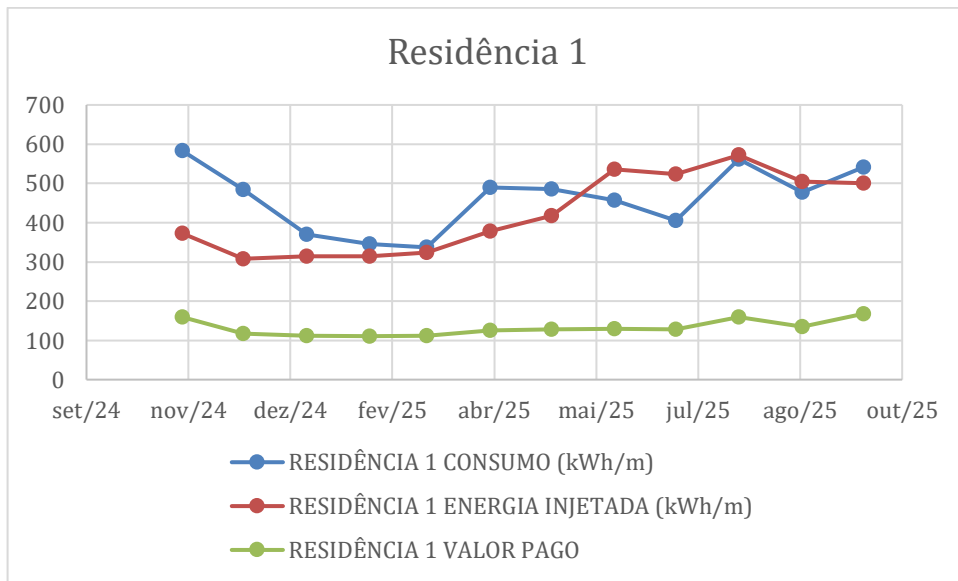
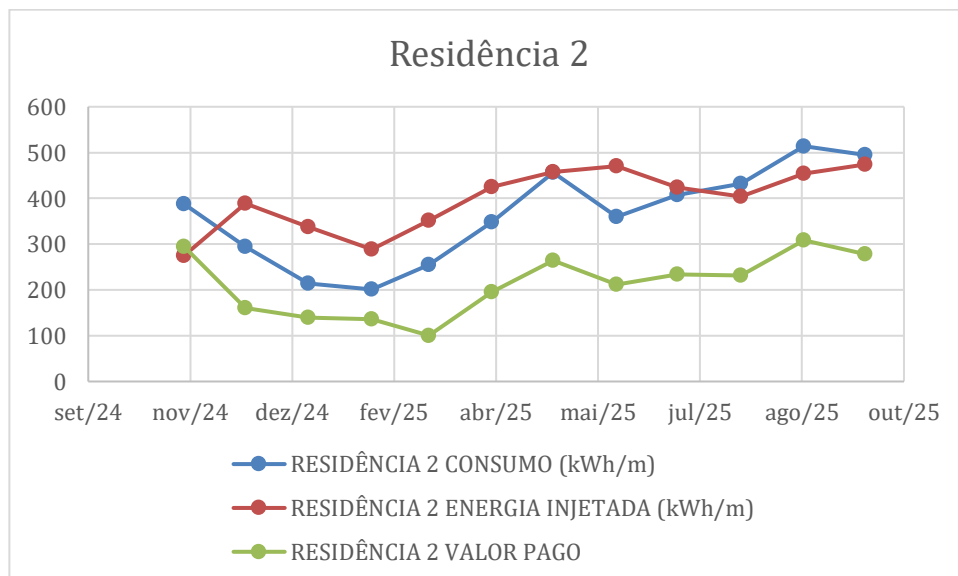


Figura 12 – Residência 2 – Gráfico de Consumo, Energia Injetada e Valor Pago



Os gráficos acima mostram a variação do consumo, energia injetada e valor pago por cada residência de acordo com os meses de Novembro de 2024 até Outubro de 2025. Nota-se na Residência 1 certa linearidade em relação ao valor pago durante os meses, isso ocorre justamente pela forma de compensação do consumo em relação à energia injetada na rede, pois a cobrança era feita de forma proporcional ao tipo de fornecimento de energia da unidade consumidora, variando de acordo com sua categoria: Monofásica, Bifásica ou Trifásica, com a cobrança de 30kW, 50kW e 100kW respectivamente. No gráfico da Residência 2, observa-se um comportamento similar entre as curvas do gráfico de consumo e valor pago, demonstrando a proporcionalidade entre o valor pago e o consumo, ou seja, com o aumento do consumo o valor pago no final também sofrerá aumento, mesmo com o sistema fotovoltaico compensando 100% do consumo na unidade consumidora.

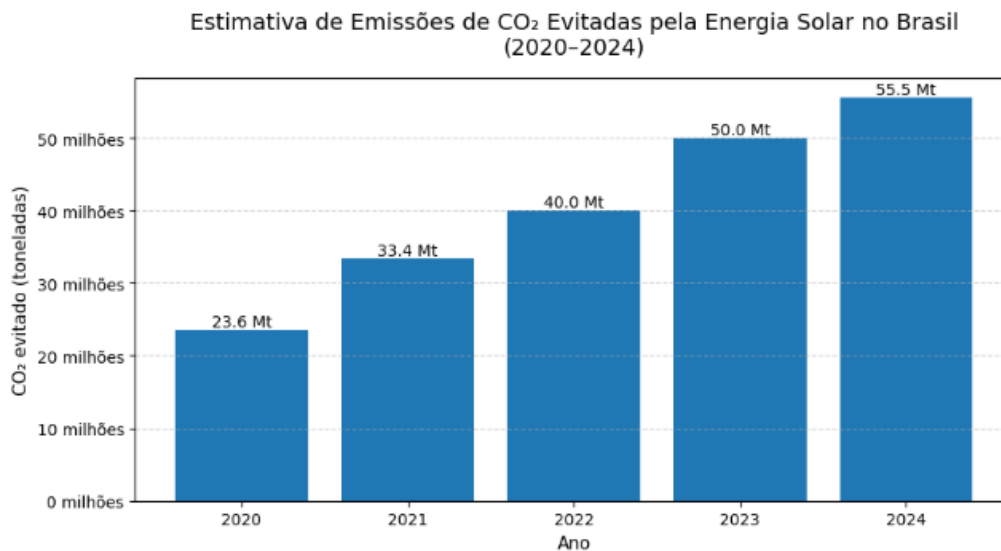
4.3 Influência da Energia Solar Fotovoltaica na redução de Emissão de CO² no Brasil.

Atualmente, o Brasil possui capacidade fotovoltaica instalada próxima de 52 GW (ABSOLAR, 2024), e atrelado à essa quantidade considerável de usinas fotovoltaicas, tem-se um efeito extremamente positivo, que é a redução na emissão de CO².

Estimasse que o Brasil, antes de alcançar a marca de 47 GW de capacidade fotovoltaica instalada, já havia evitado a emissão de aproximadamente 51 milhões de toneladas de CO² ao longo dos anos (ABSOLAR, 2024). Estimasse que cerca de 88,3 milhões de toneladas de CO² deixaram de ser emitidas através da fonte de energia solar fotovoltaica no país ao longo dos anos, segundo relatório recente da ABSOLAR de 2024.

Figura 13

Estimativa de Emissão de CO² Evitada pela Energia Solar no Brasil (ABSOLAR 2024).



Observa-se que à medida que a participação da energia solar fotovoltaica cresce na matriz elétrica brasileira, o Brasil reduz ainda mais suas emissões de CO² no setor elétrico, devido a energia fotovoltaica emitir praticamente **zero CO₂ durante a operação**, ao contrário das usinas a carvão, óleo ou gás.

4.4 Regulamentação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e a influência sobre a Infraestrutura da Rede Elétrica no Brasil.

O estudo realizado demonstrou que a implementação da Lei nº 14.300/2022 no Brasil trouxe uma série de avanços e desafios para o setor de energia solar fotovoltaica, refletindo diretamente na viabilidade econômica, no crescimento do mercado e na adaptação das infraestruturas de transmissão e distribuição de energia elétrica. A análise da literatura e os estudos de caso revisados permitiram uma compreensão aprofundada dos efeitos da legislação e das barreiras estruturais enfrentadas pelo setor.

A Lei nº 14.300/2022 proporcionou um marco regulatório mais claro para a micro e minigeração distribuída no Brasil, o que gerou maior segurança jurídica para consumidores e investidores. A regulamentação do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) foi um dos principais avanços promovidos pela legislação, conforme mencionado por Mitsushashi e Blanchet (2023). O SCEE permite que os consumidores gerem sua própria energia e injetem o excedente na rede elétrica, recebendo créditos para compensar o consumo de energia das distribuidoras. Essa medida, segundo os autores, tornou o setor mais acessível e transparente, criando uma maior atratividade para novos investimentos.

A introdução de um modelo de cobrança gradual pela utilização da infraestrutura da rede elétrica, conhecido como "taxação do sol", representou um grande desafio. Esse modelo de cobrança é um ponto controverso da Lei nº 14.300/2022, uma vez que ele exige que os consumidores de energia solar contribuam para os custos operacionais das distribuidoras, mesmo que esses consumidores não utilizem a totalidade da energia da rede elétrica. Cardoso e Moura (2025) alertam para o impacto econômico dessa cobrança, especialmente para consumidores que já haviam investido em sistemas fotovoltaicos antes da implementação da lei. Apesar da medida ser necessária para garantir a sustentabilidade financeira das distribuidoras, ela pode reduzir a rentabilidade dos investimentos em energia solar.

Em termos de infraestrutura, a pesquisa revelou que a capacidade da rede elétrica brasileira ainda é um fator limitante para a expansão plena da energia solar fotovoltaica. Em várias regiões do Brasil, principalmente no Nordeste, onde a maior parte da geração solar ocorre, a rede elétrica tem demonstrado limitações em absorver a crescente oferta de energia. Segundo Santos et al. (2024), essa sobrecarga das redes pode resultar em perdas de energia gerada, afetando diretamente a rentabilidade dos projetos fotovoltaicos. Essa situação pode gerar custos adicionais para as distribuidoras, que terão que investir em melhorias na infraestrutura elétrica para suportar o aumento da geração distribuída.

Além da sobrecarga das redes elétricas, a falta de uma gestão eficiente das infraestruturas de transmissão e distribuição tem sido apontada como um desafio adicional. Rocha, Camboim e Rocha (2024) indicam que a gestão ineficaz da infraestrutura elétrica pode prejudicar ainda mais a distribuição da energia gerada por sistemas fotovoltaicos, comprometendo a capacidade de utilização plena dessa fonte renovável. A implementação de redes inteligentes e sistemas de armazenamento de energia poderia ajudar a melhorar a eficiência do sistema elétrico, permitindo maior flexibilidade e autonomia no uso da energia solar.

Apesar de a queda nos preços dos painéis solares nos últimos anos ter facilitado a adoção da tecnologia, o custo inicial ainda representa um obstáculo para muitas famílias e empresas. De acordo com Araújo e Albuquerque (2023), embora os preços tenham diminuído, a falta de acesso ao financiamento adequado continua a ser uma barreira significativa para a adoção generalizada de sistemas solares, principalmente em áreas de baixa renda. O aumento da oferta de linhas de crédito e incentivos fiscais poderia ajudar a superar essa limitação e acelerar a transição para uma matriz energética mais limpa.

A viabilidade econômica também depende de outros fatores, como o tempo de retorno sobre o investimento (payback). Os resultados indicaram que, em muitas regiões do Brasil, os sistemas fotovoltaicos são uma solução economicamente viável a longo prazo, especialmente em locais com alta incidência solar, onde a geração de energia é mais eficiente. A introdução de tarifas adicionais e o aumento da complexidade regulatória podem reduzir a atratividade dos projetos. Carlos et al. (2025) discutem a importância da simplificação das regras para a instalação de sistemas solares e a manutenção de condições favoráveis para investidores, destacando que, sem incentivos adequados, o mercado poderá perder parte de seu ímpeto de crescimento.

A geração distribuída de energia solar tem o potencial de beneficiar comunidades isoladas e de difícil acesso, como no Norte e Nordeste do Brasil, onde a adoção de sistemas fotovoltaicos pode oferecer uma alternativa viável e sustentável para o acesso à eletricidade. Segundo Fernandes e Alberto (2023), a energia solar pode substituir fontes poluentes e onerosas, como geradores a diesel, proporcionando um acesso mais sustentável e econômico à energia elétrica em locais remotos. Como já foi mencionado, a falta de financiamento adequado e a escassez de programas de incentivo dificultam a implementação em larga escala desses sistemas em regiões carentes.

Apesar do grande potencial de geração de energia solar no Brasil, ainda existem desafios significativos relacionados à falta de políticas públicas eficazes voltadas para a inclusão

energética. Mitsuhashi e Pinto (2025) ressaltam que, para que a energia solar se torne acessível para toda a população, é fundamental que o governo crie mecanismos de apoio, como subsídios e linhas de crédito, que facilitem a adoção de tecnologias solares. A adoção generalizada da energia solar pode ajudar a reduzir a desigualdade no acesso à energia elétrica, principalmente em regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos.

Do ponto de vista ambiental, os resultados mostraram que a adoção de sistemas fotovoltaicos no Brasil contribui significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa. A geração solar fotovoltaica é uma fonte de energia limpa que não emite poluentes atmosféricos, o que a torna uma das alternativas mais sustentáveis para a matriz energética brasileira. Araújo e Albuquerque (2023) destacam que, com o aumento da capacidade instalada de energia solar, o Brasil tem o potencial de reduzir significativamente sua pegada de carbono, contribuindo para as metas globais de descarbonização e mitigação das mudanças climáticas.

A pesquisa também levantou preocupações sobre a gestão dos resíduos gerados pelos sistemas fotovoltaicos no final de sua vida útil. Rocha et al. (2024) afirmam que, à medida que a utilização de sistemas solares aumenta, também cresce a quantidade de resíduos de módulos solares que precisam ser descartados de maneira adequada. A reciclagem desses módulos é um desafio ambiental, e a falta de infraestrutura para lidar com esses resíduos pode resultar em impactos negativos para o meio ambiente. A implementação de políticas públicas para a reciclagem de painéis solares será fundamental para garantir que a energia solar continue a ser uma solução ambientalmente sustentável a longo prazo.

A isenção ou não incidência do ICMS sobre a energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos é uma questão controversa que afeta a rentabilidade dos projetos. Embora a Lei nº 14.300/2022 tenha avançado nesse aspecto, os estados têm autonomia para definir suas próprias políticas tributárias, o que resulta em um cenário desigual para os consumidores de energia solar em diferentes regiões do Brasil. De acordo com Cardoso e Moura (2025), a unificação das políticas tributárias seria uma medida importante para garantir uma maior equidade no tratamento dos consumidores de energia solar.

A pesquisa também analisou os impactos da Lei nº 14.300/2022 sobre a competitividade do mercado de energia solar. A conclusão é que a legislação tem o potencial de impulsionar a concorrência no setor, ao criar um ambiente mais favorável para a instalação de sistemas fotovoltaicos. A presença de mais empresas no mercado pode reduzir os custos e tornar a tecnologia mais acessível. Para que essa competitividade se traduza em crescimento, é necessário que o governo continue oferecendo incentivos e mantendo as condições favoráveis para os investidores.

Em relação à viabilidade econômica dos projetos fotovoltaicos, a pesquisa revelou que a utilização de baterias de armazenamento de energia pode aumentar a rentabilidade dos sistemas solares, principalmente para os consumidores que desejam maior autonomia e independência energética. Carlos et al. (2025) observam que o uso de baterias pode ajudar a otimizar o uso da energia gerada, especialmente em períodos de baixa demanda ou à noite, quando a geração de energia solar diminui. Os custos das baterias ainda são elevados, o que limita a adoção dessa tecnologia por parte de uma parcela significativa da população.

Embora o Brasil tenha um grande potencial para se tornar líder mundial em energia solar fotovoltaica, os desafios estruturais e econômicos precisam ser superados para garantir a expansão contínua do setor. A infraestrutura de transmissão e distribuição, as questões tributárias, o financiamento e a inclusão social são fatores críticos que determinarão o sucesso da transição energética no país. A Lei nº 14.300/2022 representa um passo importante, mas sua implementação efetiva dependerá da capacidade do Brasil de enfrentar esses desafios de forma coordenada e eficiente.

5 CONCLUSÃO

A implementação da Lei nº 14.300/2022 representou um marco regulatório importante para o setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, estabelecendo as bases para a expansão da geração distribuída. Embora a legislação tenha trazido avanços significativos, especialmente no que tange à segurança jurídica e à criação de um sistema de compensação de energia, diversos desafios continuam a ser enfrentados pelo setor, especialmente no que se refere à infraestrutura de transmissão e distribuição de energia elétrica.

O crescimento acelerado da capacidade instalada de energia solar no Brasil reflete o potencial do país para se tornar uma potência mundial em fontes renováveis. A sobrecarga das redes de distribuição, especialmente em regiões como o Nordeste, ainda limita a absorção de toda a energia gerada. Isso resulta em perdas de energia e reduz a rentabilidade dos investimentos, um obstáculo para o crescimento contínuo do setor. A introdução da cobrança pela utilização da infraestrutura de rede elétrica, embora necessária para garantir a sustentabilidade financeira do sistema, pode afetar a viabilidade econômica de muitos projetos.

A "taxação do sol", como foi apelidada essa medida, gerou controvérsias entre consumidores e investidores, pois ela implica custos adicionais para aqueles que já haviam adotado a tecnologia solar antes da implementação da lei. A efetividade desse modelo tarifário dependerá de uma gestão equilibrada que garanta a justa contribuição dos consumidores sem comprometer a atratividade do setor. Embora os preços dos sistemas solares tenham diminuído ao longo dos anos, o custo inicial ainda é uma barreira significativa para muitas famílias e empresas. A criação de linhas de crédito mais acessíveis e de programas de subsídios seria fundamental para tornar a energia solar uma solução viável para um número maior de brasileiros. A viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos está intimamente ligada ao tempo de retorno do investimento.

Em regiões com alta incidência solar, como o Nordeste, a rentabilidade dos projetos é mais favorável, mas em locais com menor radiação, o retorno pode demorar mais, o que torna a adoção da tecnologia menos atraente. A evolução dos preços dos painéis solares e das tecnologias associadas, como as baterias de armazenamento de energia, será fundamental para aumentar a competitividade do setor. A inclusão social também se apresenta como um ponto importante no desenvolvimento da energia solar no Brasil. Sistemas fotovoltaicos podem trazer benefícios substanciais para comunidades isoladas, onde o acesso à energia elétrica ainda é um desafio. A implementação dessa tecnologia em regiões remotas ainda enfrenta obstáculos

relacionados à infraestrutura e ao financiamento. Superar essas dificuldades exigirá uma colaboração mais estreita entre o governo, o setor privado e a sociedade civil.

A redução das emissões de gases de efeito estufa é um dos principais benefícios ambientais da adoção da energia solar. O Brasil tem o potencial de reduzir consideravelmente sua pegada de carbono, contribuindo para os objetivos globais de mitigação das mudanças climáticas. A gestão dos resíduos gerados pelos sistemas solares, como os módulos fotovoltaicos ao final de sua vida útil, precisa ser tratada com maior atenção, de modo a evitar impactos ambientais negativos.

A questão tributária também tem função no desenvolvimento do setor. A isenção de ICMS sobre a energia solar, que ainda é debatida em diferentes estados, influencia diretamente a rentabilidade dos projetos. A uniformização das políticas tributárias em todo o território nacional seria um passo positivo para garantir uma maior equidade e incentivar o crescimento do mercado de energia solar.

A modernização das infraestruturas de transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil é essencial para que a geração solar fotovoltaica atinja seu pleno potencial. Investimentos em redes inteligentes e em tecnologias de armazenamento, como baterias, permitirão uma utilização mais eficiente da energia gerada, além de proporcionar maior autonomia para os consumidores. Esses investimentos devem ser priorizados a fim de garantir que as redes de distribuição possam absorver a crescente oferta de energia renovável sem comprometer a qualidade do fornecimento.

A energia solar fotovoltaica tem um grande potencial para transformar o setor energético no Brasil. A Lei nº 14.300/2022, embora apresente desafios e controvérsias, estabelece as bases para uma transição energética mais limpa e sustentável. Para que o Brasil se torne um líder global em energia solar, será necessário superar obstáculos estruturais, melhorar o acesso à tecnologia e promover políticas públicas que garantam a inclusão social e a sustentabilidade econômica do setor.

A análise realizada neste trabalho demonstrou que a energia solar fotovoltaica no Brasil está em uma trajetória de crescimento acelerado, apoiada por um ambiente jurídico mais favorável, com a Lei nº 14.300/2022 sendo um marco para a regulamentação da geração distribuída de energia elétrica. A lei trouxe avanços importantes, como o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), e promoveu a criação de um ambiente de maior segurança jurídica para consumidores e investidores. Os desafios estruturais, como a capacidade das redes de transmissão e distribuição e a implementação de tarifas sobre o uso da

infraestrutura elétrica, precisam ser enfrentados para garantir que o crescimento do setor seja sustentável.

A questão econômica continua sendo um dos maiores obstáculos para a expansão da energia solar no Brasil. Embora o custo dos sistemas solares tenha diminuído ao longo do tempo, os custos iniciais ainda são um fator limitante para muitas famílias e empresas, especialmente as de baixa renda. A criação de políticas públicas que tornem a tecnologia mais acessível, como incentivos fiscais e programas de financiamento, será importante para garantir que a energia solar se torne uma solução para todos. A adaptação das distribuidoras de energia e a modernização das redes de distribuição também são fundamentais para garantir que a energia solar seja bem aproveitada e distribuída de forma eficiente.

No que se refere aos aspectos sociais, a energia solar tem o potencial de beneficiar comunidades isoladas e promover a inclusão energética. Entretanto, a falta de acesso a financiamento adequado pode ser um obstáculo para a implementação em larga escala dessa tecnologia. O Brasil, com sua vasta extensão territorial e alto potencial solar, tem a oportunidade de transformar sua matriz energética, tornando-se líder em energia renovável. No entanto, para que isso aconteça, será necessário um esforço conjunto entre o governo, o setor privado e a sociedade para superar os desafios tecnológicos, econômicos e sociais.

A transição para uma matriz energética mais limpa e renovável depende não só da expansão da energia solar, mas também da garantia de que seus benefícios sejam distribuídos de maneira justa. A energia solar não deve ser vista apenas como uma fonte de geração elétrica, mas como uma oportunidade para impulsionar o desenvolvimento econômico, social e ambiental do Brasil. Com a implementação de políticas adequadas, o Brasil pode alcançar um modelo energético mais sustentável e inclusivo, garantindo um futuro mais verde e equitativo para todos os seus cidadãos.

Tendo como referência todos os parâmetros apresentados, considero importante e necessária a implementação da Lei 14.300/2022, visto que trouxe um respaldo jurídico para o pequeno consumidor, para o grande consumidor e para as concessionárias de energia, entretanto, acredito que é muito válida a discussão quando se trata da divergência de valores cobrados nos impostos, tendo como base as regiões do Brasil. Algumas regiões do Brasil terão carga tributária bem mais alta que outras, como por exemplo a região Norte, e acredito que poderia haver uma padronização do imposto cobrado levando em consideração faixas de geração para pessoa física e pessoa jurídica.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Eduardo Anderson Nascimento; PAYERAS, José Adrian Pintos. análise da produção de energia fotovoltaica no brasil em 2022. **Anais do Pró-Ensino: Mostra Anual de Atividades de Ensino da UEL**, n. 4, p. 37-37, 2022.

ARAÚJO, Ranívia Maria Albuquerque; ALBUQUERQUE, Renata. Energia Solar Fotovoltaica como Fonte de Sustentabilidade e os Impactos da Lei Nº 14.300/2022. In: **Estudos do Direito, desenvolvimento e acesso à justiça**. Instituto Iberoamericano de Estudos Jurídicos, 2023. p. 703-714.

BRASIL, Fabiana et al. Análise dos impactos financeiros de uma usina de geração de energia fotovoltaica junto à carga com aplicação da a lei 14.300. **Revista de Tecnologia Aplicada**, v. 12, n. 1, p. 86-99, 2023.

CARDOSO, Rafael Balbino; MOURA, Layra Sanches. Viabilidade econômica da geração distribuída fotovoltaica no estado de Minas Gerais, considerando a Lei 14.300/2022. **REVISTA DELOS**, v. 18, n. 64, p. e4207-e4207, 2025.

CARLOS, Maria Teresa Targino Macedo Silveira et al. Análise da viabilidade econômica da utilização de baterias LiFePO₄ na microgeração distribuída sob vigência da Lei nº 14.300/2022. In: **Proceedings of the 16th Seminar on Power Electronics and Control (SEPOC 2024)**. Brasil, 2025.

CUPERTINO, Silvia Andrea; TOMÉ, Fernanda; DE MEDEIROS COSTA, Hirdan Katarina. O marco legal da microgeração e minigeração distribuída: considerações sobre a Lei nº 14.300/2022. **Revista de Informação Legislativa**, v. 60, n. 240, p. 107-123, 2023.

FERNANDES, José Paulo Ramos; ALBERTO, Ebony Stephanie Silva. Marco Regulatório do Brasil (Lei Nº 14300 de 2022 e REN Nº 1059 De 2023) e as Lacunas Socioambientais da Geração Fotovoltaica. In: **8º Congresso Brasileiro de Geração Distribuída (CBGD 2023)**. Brasil, 2023.

MITSUHASHI, Nicolle Suemy; BLANCHET, Luiz Alberto. O fomento público e a energia solar fotovoltaica a partir da Lei nº 14.300/2022. **Prisma Jurídico**, v. 22, n. 2, p. 389-402, 2023.

MITSUHASHI, Nicolle Suemy; PINTO, Cláudia Maria Borges Costa. Entre a isenção e a não incidência do ICMS sobre o uso do sistema de compensação de energia elétrica por fonte solar fotovoltaica. **Revista de Direito Administrativo e Infraestrutura| RDAI**, v. 9, n. 32, p. 45, 2025.

PINHEIRO, Brendeson Sá Barrêto et al. Análise dos impactos econômicos do marco legal da geração distribuída lei 14.300/22 nos sistemas fotovoltaicos. **Latin American Journal of Energy Research**, v. 12, n. 1, p. 103-117, 2025.

ROCHA, Alexandro Vladno; CAMBOIM, Gabriel Chaves; ROCHA, Fabrícia Abrantes Figueiredo. Análise dos impactos na viabilidade econômica com a vigência da lei 14.300/2022 em projetos de geração solar fotovoltaica: estudo de caso em consumidor do RN. **EmpíricaBR-Revista Brasileira de Gestão Negócio e Tecnologia da Informação**, v. 4, n. 1, p. 22-22, 2024.

ROCHA, João Victor Sousa Barros; LUZ, Crislene Divina. A inconstitucionalidade da progressão tributária sob o aspecto da utilização da energia solar inserida na Lei n. 14.300. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 7, n. 14, p. e141124-e141124, 2024.

ROMERO, Priscila Rodrigues Alves. O marco legal da geração distribuída lei 14.300 de 06 de janeiro de 2022. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 11, p. 447-454, 2023.

SANTOS, Weriton Carlos; FIGUEIRA, Ronaldo Gomes; FLORIAN, Fabiana. energia solar e seus impactos em projeto fotovoltaico conectado à rede após a lei 14.300/22. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 5, n. 5, p. e555202-e555202, 2024.