



UNIVERSIDADE ALVES FARIA

NILZÉLIA ROSA LOPES DE FARIA

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E A ORDEM CONSTITUCIONAL
ECONÔMICA: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL E REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES NO ESTADO DE GOIÁS**

MESTRADO EM DIREITO

GOIÂNIA

2026

NILZÉLIA ROSA LOPES DE FARIA

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E A ORDEM CONSTITUCIONAL
ECONÔMICA: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL E REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES NO ESTADO DE GOIÁS**

Dissertação apresentada à banca examinadora da Universidade Alves Faria – UNIALFA, como exigência parcial para obtenção do título de mestre em Direito Econômico, sob a orientação do Professor Doutor Rodrigo de Camargo Cavalcanti.

GOIÂNIA

2026

Catálogo na fonte: Biblioteca UNIALFA

F224e

Faria, Nilzélia Rosa Lopes de.

Energia solar fotovoltaica e a ordem constitucional econômica : políticas públicas para o desenvolvimento sustentável e redução das desigualdades no Estado de Goiás. / Nilzélia Rosa Lopes de Faria. – 2026. 81 f.; 30cm.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo de Camargo Cavalcanti.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Direito Constitucional Econômico, Centro Universitário Alves Faria (UNIALFA) – Goiânia, 2026.

1. Energia solar fotovoltaica. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Ordem constitucional econômica. 4. Desigualdade social. I. Cavalcanti, Rodrigo de Camargo. II. UNIALFA. III. Título

CDU: 551.521.37:177.5(817.3)

NILZÉLIA ROSA LOPES DE FARIA

**ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E A ORDEM CONSTITUCIONAL
ECONÔMICA: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL E REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES NO ESTADO DE GOIÁS**

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dr^a. Carolina Merida

Prof. Dr. José Antônio Tietzmann e Silva

Prof. Dr. Rodrigo de Camargo Cavalcanti

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e palavras de encorajamento nos momentos mais desafiadores.

Aos meus amigos, pelo carinho, compreensão e por celebrarem comigo cada pequena conquista.

A todos vocês, minha eterna gratidão!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder saúde, força e resiliência ao longo deste percurso.

Aos professores e colegas do programa de mestrado, pelas valiosas contribuições, trocas de conhecimento e companheirismo ao longo desta caminhada acadêmica.

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E A ORDEM CONSTITUCIONAL ECONÔMICA: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES NO ESTADO DE GOIÁS

Nilzélia Rosa Lopes de Faria

RESUMO

A presente dissertação investiga o papel da energia solar fotovoltaica como instrumento de proteção do meio ambiente e de redução das desigualdades sociais no Estado de Goiás, à luz da ordem constitucional econômica e da sustentabilidade. Parte-se do reconhecimento de que a Constituição Federal de 1988, em seus arts. 170 e 225, vincula o desenvolvimento econômico à justiça social e à defesa do meio ambiente, impondo ao Estado a promoção de políticas públicas voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais. Adota-se metodologia qualitativa, de natureza exploratória e analítica, com base em revisão bibliográfica, documental e normativa, bem como na análise de dados secundários oficiais e institucionais. A análise evidencia que Goiás apresenta condições climáticas e territoriais favoráveis à expansão da energia solar, com elevados índices de radiação, o que confere viabilidade técnica e econômica à geração fotovoltaica. Constatou-se que a energia solar gera benefícios ambientais, como a redução de emissões de gases de efeito estufa, bem como benefícios econômicos e sociais relevantes, tais como a geração de empregos, a descentralização da produção elétrica e a ampliação do acesso à energia. Identificaram-se, contudo, desafios técnicos, regulatórios e financeiros que limitam a universalização desse acesso. Conclui-se que a consolidação da energia solar em Goiás depende da articulação entre um marco regulatório estável, políticas públicas inclusivas, incentivos fiscais e instrumentos de financiamento acessíveis, de modo a assegurar não apenas a transição da matriz energética, mas também a efetivação de direitos fundamentais e a promoção do desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar fotovoltaica. Transição energética. Ordem constitucional econômica. Desenvolvimento sustentável. Políticas públicas.

PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY AND THE CONSTITUTIONAL ECONOMIC ORDER: PUBLIC POLICIES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND THE REDUCTION OF INEQUALITIES IN THE STATE OF GOIÁS

Nilzélia Rosa Lopes de Faria

ABSTRACT

This dissertation investigates the role of photovoltaic solar energy as an instrument for environmental protection and the reduction of social inequalities in the State of Goiás, in light of the principles of the constitutional economic order and sustainability. It is based on the understanding that the Federal Constitution of 1988, particularly in Articles 170 and 225, links economic development to social justice and environmental protection, imposing on the State the duty to promote public policies aimed at the sustainable use of natural resources. A qualitative, exploratory, and analytical methodology was adopted, based on bibliographical, documentary, and normative review, as well as the analysis of secondary data from official and institutional sources. The analysis demonstrates that Goiás presents favorable climatic and territorial conditions for the expansion of solar energy, with high levels of solar radiation, ensuring technical and economic feasibility for photovoltaic generation. The findings indicate that solar energy provides environmental benefits, such as the reduction of greenhouse gas emissions, as well as significant economic and social benefits, including job creation, decentralization of electricity production, and expanded access to energy. However, technical, regulatory, and financial challenges that limit the universalization of access were also identified. The study concludes that the consolidation of solar energy in Goiás depends on the articulation of a stable regulatory framework, inclusive public policies, tax incentives, and accessible financing instruments, in order to ensure not only the energy transition but also the realization of fundamental rights and the promotion of sustainable development.

KEYWORDS: Photovoltaic solar energy. Energy transition. Constitutional economic order. Sustainable development. Public policies.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	A ORDEM CONSTITUCIONAL ECONÔMICA: O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A DEFESA DO MEIO AMBIENTE COMO FUNDAMENTOS PARA A PROMOÇÃO DA ENERGIA SOLAR	14
2.1	O desenvolvimento sustentável	14
2.2	A defesa do meio ambiente	19
2.3	Transição energética e economia de baixo carbono na ordem econômica contemporânea	21
2.4	A energia solar fotovoltaica como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável e da tutela ambiental	25
3	A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO ESTADO DE GOIÁS: IMPACTOS E POTENCIAL	28
3.1	Impactos econômicos e sociais	28
3.2	Impactos ambientais	30
3.3	O potencial da energia solar fotovoltaica em Goiás	31
3.3.1	Recursos naturais e condições climáticas favoráveis	31
3.3.2	Determinantes da viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica em Goiás.....	33
4	O AMBIENTE JURÍDICO-INSTITUCIONAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM GOIÁS	36
4.1	O marco regulatório da micro e minigeração distribuída no Brasil	37
4.1.1	Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL	39
4.1.2	Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL	41
4.1.3	Lei nº 14.300/2022 – Marco legal da micro e minigeração distribuída	42
4.1.3.1	Críticas e desafios do arranjo regulatório da geração distribuída após a Lei nº 14.300/2022	46

4.2	O marco regulatório da micro e minigeração distribuída no Estado de Goiás	48
4.2.1	Lei Estadual nº 22.579/2024 – Política Estadual de Incentivo à Transição Energética	49
4.2.2	Programa Goiás Solar	51
4.2.3	Isenção do ICMS	51
4.2.4	Decreto Estadual nº 10.579/2024	53
4.2.5	Normas estaduais de incidência indireta e sua relevância para o fomento à energia solar fotovoltaica	55
4.3	Políticas públicas para pequenos produtores rurais e consumidores residenciais..	56
5	DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA A EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR EM GOIÁS	60
5.1	Desafios técnicos e infraestrutura energética	60
5.2	Desafios econômicos e financeiros	63
5.3	Tendências e perspectivas futuras da energia solar em Goiás	66
6	CONCLUSÃO	70
7	BIBLIOGRAFIA	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABGD	Associação Brasileira de Geração Distribuída
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ADPF	Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental
AGEHAB	Agência Goiana de Habitação
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
COP21	Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas (21ª edição)
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FEG	Fundo de Estabilização Econômica de Goiás
FIEG	Federação das Indústrias do Estado de Goiás
GD	Geração Distribuída
GW	Gigawatt
IEA	International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
kWh	Quilowatt-hora
MW	Megawatt
PEPSA	Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais
PERS	Programa de Energia Renovável Social
RCTE	Regulamento do Código Tributário do Estado de Goiás
REN	Resolução Normativa (ANEEL)

SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SECIMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SINIEF	Sistema Nacional Integrado de Informações Econômico-Fiscais
TARE	Termo de Acordo de Regime Especial
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
VPL	Valor Presente Líquido

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas, somada aos conflitos geopolíticos associados ao aumento da demanda por eletricidade em escala global, coloca a transição energética como um dos principais desafios do século XXI. Nesse contexto, a substituição progressiva de fontes fósseis e centralizadas por matrizes limpas, renováveis e descentralizadas passou a constituir diretriz amplamente reconhecida em fóruns internacionais, sendo progressivamente incorporada às políticas públicas nacionais, inclusive no Brasil.

Nesse cenário, a energia solar fotovoltaica desponta como alternativa estratégica e viável, tanto sob a perspectiva ambiental quanto econômica e social. Seu potencial de democratizar o acesso à energia, reduzir a emissão de gases de efeito estufa e promover a geração de emprego e renda em escala regional evidencia sua relevância como instrumento de política pública no âmbito da ordem constitucional econômica.

Em estados como Goiás, dotados de elevado índice de irradiação solar e marcado dinamismo agrícola e urbano, a adoção de sistemas fotovoltaicos assume especial relevância. A abundância do recurso solar, aliada à existência de incentivos fiscais, programas de fomento e ao crescente nível de conscientização ambiental, tem favorecido a expansão da geração distribuída, especialmente por meio da energia solar.

Apesar desses avanços, a expansão dessa fonte energética ainda se apresenta de forma desigual e enfrenta entraves relevantes, que vão desde limitações técnicas da infraestrutura elétrica até barreiras econômicas, regulatórias e jurídicas. Tais obstáculos afetam, sobretudo, consumidores mais vulneráveis e pequenos produtores, evidenciando a necessidade de políticas públicas capazes de ampliar o acesso à energia limpa e reduzir assimetrias sociais e regionais no setor energético.

É nesse contexto que se insere a presente dissertação, cujo objetivo central consiste em analisar o papel da energia solar fotovoltaica na ordem constitucional econômica, com ênfase em sua contribuição para a promoção de um modelo sustentável e a redução das assimetrias sociais e regionais no Estado de Goiás.

Diante disso, formula-se o seguinte problema de pesquisa: em que medida a energia solar fotovoltaica, no Estado de Goiás, contribui para a concretização dos princípios da ordem constitucional econômica, especialmente no que se refere à promoção do desenvolvimento sustentável e à redução das desigualdades sociais e regionais?

Parte-se da hipótese de que a energia solar fotovoltaica constitui instrumento potencial de concretização da ordem constitucional econômica no Estado de Goiás, especialmente quanto

à garantia de sustentabilidade econômica e ambiental e à redução das desigualdades. Todavia, sua efetiva consolidação depende da articulação de um arranjo institucional adequado, que compreenda um marco regulatório estável, políticas públicas inclusivas, incentivos econômicos eficazes e mecanismos capazes de ampliar o acesso à geração distribuída, sobretudo por camadas sociais historicamente excluídas.

Nessa perspectiva, a transição energética não deve ser compreendida apenas como uma mudança tecnológica ou de matriz energética, mas como um processo jurídico-econômico multidimensional, com impactos estruturantes na economia, na sociedade e no papel do Estado na formulação e implementação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade.

A democratização do acesso à energia, nesse sentido, é entendida não apenas como questão de justiça social, mas também como vetor de eficiência econômica e de efetivação de direitos fundamentais, em consonância com os objetivos constitucionais de promoção do desenvolvimento nacional e de redução das desigualdades regionais.

Do ponto de vista metodológico, adota-se abordagem predominantemente qualitativa e analítica, de natureza exploratória, fundamentada em revisão bibliográfica, documental e normativa. O trabalho mobiliza conceitos do Direito Constitucional Econômico, da Economia da Energia e da análise de políticas públicas, com o objetivo de construir um referencial teórico capaz de compreender o fenômeno de forma integrada. Em complemento, são utilizados dados quantitativos secundários, provenientes de fontes oficiais e institucionais, como ANEEL, ABSOLAR, FIEG e SEBRAE-GO, os quais subsidiam a compreensão empírica do desenvolvimento da energia solar no Estado de Goiás.

A escolha do Estado de Goiás como objeto empírico justifica-se por seu elevado potencial solar, pela existência de políticas públicas específicas – como o Programa Goiás Solar – e pela experiência na implementação de incentivos fiscais voltados à micro e minigeração distribuída. Ao mesmo tempo, o Estado apresenta contradições relevantes, na medida em que a expansão de grandes empreendimentos solares convive com situações de exclusão energética, evidenciando que o avanço tecnológico, por si só, não garante a universalização do acesso nem a concretização dos objetivos da transição energética.

Dessa forma, a dissertação estrutura-se a partir da articulação entre diagnóstico e proposição. Inicialmente, são analisados os fundamentos constitucionais que sustentam o dever estatal de promover fontes alternativas de energia e assegurar a eficiência do sistema econômico sob a perspectiva da função social da energia. Em seguida, examinam-se as condições técnicas, naturais e infraestruturais que influenciam a viabilidade da energia solar no Estado de Goiás, com ênfase na distribuição territorial das instalações e no perfil dos consumidores-geradores.

Posteriormente, investiga-se o arranjo normativo e institucional da geração distribuída, os instrumentos de financiamento, as políticas públicas existentes e os desafios econômicos enfrentados por pequenos produtores e consumidores residenciais. Essa análise é orientada pela tipologia de Eros Grau para as formas de intervenção estatal sobre o domínio econômico, que distingue a intervenção por direção – fundada em comandos cogentes – da intervenção por indução – operada por incentivos econômicos –, categoria analítica que permite qualificar juridicamente os instrumentos normativos examinados.

Por fim, são discutidas tendências, oportunidades de inovação e possíveis caminhos para a consolidação de uma política estadual de transição energética orientada à justiça social, com análise comparada das experiências de Minas Gerais e Rio de Janeiro no campo da inclusão energética solar.

Ao integrar as dimensões normativa, econômica e institucional, o trabalho busca contribuir para o aprofundamento do debate acerca da energia solar como política pública transversal, apta a promover desenvolvimento sustentável, inclusão social e fortalecimento do pacto federativo. A transição energética, quando adequadamente conduzida, pode representar não apenas uma mudança na matriz energética, mas uma transformação na forma de organização da economia e da sociedade, alinhada aos princípios estruturantes da ordem constitucional econômica brasileira.

2 A ORDEM CONSTITUCIONAL ECONÔMICA: O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A DEFESA DO MEIO AMBIENTE COMO FUNDAMENTOS PARA A PROMOÇÃO DA ENERGIA SOLAR

2.1 O desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável foi conceituado inicialmente no relatório “Nosso Futuro Comum”, publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, vinculada à Organização das Nações Unidas, como aquele capaz de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprirem suas próprias necessidades.

Posteriormente, essa concepção foi reforçada no plano internacional durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, quando foram aprovados instrumentos como a Agenda 21 e a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que consolidaram o desenvolvimento sustentável como diretriz das políticas ambientais e de desenvolvimento.

No âmbito nacional, a Constituição Federal de 1988 inaugurou no Brasil uma concepção de ordem econômica fundada em valores sociais e ambientais. De acordo com o art. 170, o desenvolvimento econômico deve estar vinculado não apenas à valorização do trabalho e à livre iniciativa, mas também à justiça social e à defesa do meio ambiente. Tal arranjo normativo atribui ao Estado o dever de formular políticas públicas que promovam o uso sustentável dos recursos naturais e incentivem setores estratégicos alinhados aos objetivos constitucionais.

Nesse contexto, a matriz energética assume papel central, pois a produção e o consumo de energia não são neutros sob a perspectiva constitucional, influenciando diretamente a proteção do meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225) e a promoção do desenvolvimento. Assim, o incentivo a fontes limpas, como a energia solar fotovoltaica, integra o campo legítimo da atuação estatal na indução de um modelo econômico ambientalmente responsável.

Essa forma de atuação estatal não configura intervenção indevida na economia, mas instrumento legítimo de correção de falhas de mercado e promoção de externalidades positivas. Nesse sentido, Eros Grau (2010) sustenta que a ordem econômica prevista na Constituição não se limita à regulação jurídica da atividade produtiva, mas representa um verdadeiro projeto normativo de organização da economia. Segundo o autor, os princípios constitucionais da

ordem econômica funcionam como parâmetros que orientam tanto a atuação do Estado quanto o comportamento dos agentes econômicos.

A compreensão do papel da energia solar fotovoltaica como instrumento de política pública exige, porém, que se examine preliminarmente uma questão que a doutrina jurídica brasileira trata com crescente profundidade: a natureza jurídica da energia elétrica. Trata-se de questão sobre a qual não há consenso consolidado, mas cujo equacionamento possui consequências diretas sobre o regime jurídico aplicável à sua produção, distribuição e acesso, bem como sobre os deveres estatais daí decorrentes.

Porém, antes de adentrar essa questão, cumpre registrar uma tensão estrutural que permeia toda a análise desenvolvida neste capítulo: a ausência de definição constitucional precisa do conceito de "desenvolvimento sustentável". Embora a Constituição Federal de 1988 o consagre como diretriz da ordem econômica (art. 170, caput e inciso VI) e da tutela ambiental (art. 225), o texto constitucional não o define, transferindo ao legislador ordinário e ao intérprete uma margem de discricionariedade que pode ser instrumentalizada de formas muito distintas segundo a orientação política de cada governo.

Esse problema não é apenas teórico. A elasticidade semântica do conceito permite que políticas públicas com vieses concentradores de renda – como incentivos fiscais voltados exclusivamente a grandes empreendimentos energéticos – sejam apresentadas como conformes ao mandato constitucional de desenvolvimento sustentável, ainda que produzam efeitos distributivos regressivos.

Ademais, a Constituição não contempla uma hierarquia explícita entre os princípios do art. 170, o que significa que a livre iniciativa (*caput*) e a livre concorrência (inciso IV) coexistem em permanente tensão com a defesa do meio ambiente (inciso VI) e a redução das desigualdades regionais, sem que o texto constitucional forneça critérios de solução para os casos de conflito. Nesse sentido, Canotilho (2003) já observava que a efetividade dos princípios constitucionais impositivos depende de sua densificação normativa por via legislativa e regulatória – densificação que, no caso da energia solar fotovoltaica em Goiás, permanece incompleta, como se demonstrará no Capítulo 4.

A energia elétrica foi historicamente classificada, no direito positivo brasileiro, como bem móvel para os fins legais, nos termos do art. 83, inciso I, do Código Civil. Essa qualificação, contudo, revela-se insuficiente para capturar a complexidade do fenômeno energético contemporâneo, especialmente diante da constatação de que o acesso à energia constitui condição material indispensável ao exercício de direitos fundamentais como saúde, educação, trabalho e moradia.

A doutrina tem identificado ao menos três perspectivas concorrentes sobre a natureza jurídica da energia. A primeira a enquadra como mercadoria, sujeita à lógica do mercado e aos princípios da livre iniciativa e da livre concorrência. A segunda a compreende como serviço público essencial, submetida ao regime de concessão estatal e ao princípio da universalidade. A terceira, de formulação mais recente, concebe o acesso à energia como dimensão de direito fundamental, exigível como prestação estatal indispensável à garantia da dignidade da pessoa humana (CUPERTINO; TOMÉ; COSTA, 2023).

O enquadramento da energia como serviço público extrai fundamento direto do texto constitucional. O art. 21, inciso XII, alínea “b”, da Constituição Federal de 1988 atribui à União a competência para explorar os serviços e instalações de energia elétrica, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão. Essa previsão insere a energia no regime publicístico, sujeitando sua prestação aos princípios da continuidade, da modicidade tarifária e da universalidade do atendimento, conforme consolidado pela Lei nº 8.987/1995 e pela Lei nº 9.074/1995.

A qualificação de determinada atividade como serviço público implica, segundo a doutrina administrativista, que sua prestação não pode ser subordinada à lógica exclusiva do lucro, cabendo ao Estado o dever de garantir o acesso universal independentemente da capacidade econômica do usuário (BANDEIRA DE MELLO, 2019).

A partir da exposição das três perspectivas concorrentes sobre a natureza jurídica da energia elétrica, impõe-se que se avance além da mera descrição para uma tomada de posição fundamentada. As duas primeiras correntes, que enquadram a energia como mercadoria ou como serviço público essencial, são insuficientes para capturar a dimensão constitucional do problema. A perspectiva mercantil revela-se inadequada porque reduz a energia a um bem privado regido pela lógica do lucro, ignorando que sua ausência produz privações incompatíveis com a dignidade da pessoa humana – argumento que o próprio mercado é incapaz de internalizar sem intervenção estatal.

Já a perspectiva do serviço público, embora mais adequada por submeter a prestação ao regime publicístico de continuidade, modicidade e universalidade, ainda é insuficiente: ela garante o acesso formal à rede, mas não necessariamente o acesso efetivo a energia acessível e de qualidade, como demonstra o fenômeno da pobreza energética mesmo em domicílios formalmente conectados.

É a terceira corrente, que reconhece o acesso à energia como dimensão de direito fundamental derivado da dignidade da pessoa humana, que encontra o mais sólido fundamento no ordenamento constitucional brasileiro. Os arts. 1º, inciso III, e 6º da Constituição Federal,

lidos em conjunto com o art. 225, autorizam a conclusão de que o Estado tem não apenas o dever de regular a prestação do serviço, mas o dever positivo de assegurar condições materiais de acesso, especialmente para os segmentos em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

Essa leitura é reforçada pelo julgamento da ADPF 708 pelo Supremo Tribunal Federal, que reconheceu os compromissos climáticos internacionais, incluindo o direito a uma energia limpa e acessível, como integrantes do bloco de direitos fundamentais, com natureza supralegal. A adoção dessa perspectiva não é meramente acadêmica: ela tem consequências práticas diretas sobre a legitimidade constitucional de normas que imponham barreiras ao acesso à geração distribuída, tema que será aprofundado no Capítulo 4.

Diante disso, a perspectiva que reconhece a energia como dimensão de direito fundamental encontra suporte na teoria do mínimo existencial, consolidada na doutrina constitucional brasileira. Segundo essa concepção, o mínimo existencial não se restringe à subsistência física, mas abrange as condições materiais básicas para uma existência digna, incluindo o acesso a serviços essenciais sem os quais não é possível o pleno desenvolvimento da personalidade humana nem o exercício da cidadania.

A privação energética, nesse sentido, configura violação da dignidade da pessoa humana e impõe ao Estado o dever positivo de formular políticas públicas voltadas à universalização do acesso. Essa orientação encontra fundamento direto nos arts. 1º, inciso III, e 6º da Constituição Federal de 1988, que consagram a dignidade da pessoa humana como fundamento da República e os serviços essenciais como direitos sociais, impondo ao Poder Público o dever de assegurar a continuidade do fornecimento de energia elétrica, especialmente para populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

A importância dessa discussão torna-se ainda mais evidente quando se considera o fenômeno da pobreza energética. Franzolin, Klingor e Brollo (2024, p. 97) sintetizam o conceito nos seguintes termos:

A pobreza energética [é definida] como a impossibilidade do exercício de capacidades essenciais em virtude, direta ou indiretamente, da falta de acesso a serviços de energia elétrica financeiramente acessíveis, confiáveis e seguros. [...] Tal amplitude favorece a aplicação de novas abordagens multidimensionais de pobreza, trazendo ao centro da discussão as pessoas e as consequências a elas infligidas.

Trata-se, portanto, de conceito que vai além da simples ausência de conexão à rede elétrica, abrangendo a qualidade, a confiabilidade e o custo do serviço, bem como os impactos da privação energética sobre a alimentação, a saúde, a educação e a participação econômica dos

indivíduos. No Brasil, embora 99% dos domicílios estejam formalmente conectados à rede de distribuição, esse indicador não capta adequadamente a complexidade da pobreza energética, pois ignora dimensões como a qualidade do fornecimento, a onerosidade das tarifas e a exclusão de assentamentos informais (INSTITUTO PÓLIS, 2022 apud FRANZOLIN; KLINGOR; BROLLO, 2024).

Sobre a relação entre energia e desenvolvimento humano, Carvalho, Gomes e Corazza (2022, p. 502) registram com precisão que:

O acesso à energia aumenta a produtividade do trabalho, o nível educacional e a renda através da maior especialização das funções econômicas, o que tende a diminuir os custos de transporte e de comunicação, gerando assim uma economia de escala. (SOUZA, 2014, p. 1 apud CARVALHO; GOMES; CORAZZA, 2022)

Essa perspectiva é corroborada pela Agência Internacional de Energia, que concebe o acesso à energia como o chamado *golden thread* — o fio condutor que une crescimento econômico, desenvolvimento humano e sustentabilidade ambiental —, demonstrando que a privação energética não é apenas um problema setorial, mas uma dimensão estrutural da desigualdade social (IEA, 2017 apud CARVALHO; GOMES; CORAZZA, 2022).

A superação da pobreza energética não pode, portanto, ser confiada ao funcionamento espontâneo do mercado. Ela exige a formulação de políticas públicas redistributivas que reconheçam a energia como direito e não como mercadoria – o que encontra fundamento positivo direto nos arts. 1º, inciso III, 3º, inciso III, e 6º da Constituição Federal, que consagram, respectivamente, a dignidade da pessoa humana como fundamento da República, a redução das desigualdades sociais como objetivo fundamental e os serviços essenciais como direitos sociais.

É nesse marco constitucional que a energia solar fotovoltaica assume relevância jurídico-constitucional particular. Como fonte descentralizada de geração, pode viabilizar o acesso à energia em contextos onde a infraestrutura convencional é precária ou economicamente inviável, constituindo instrumento efetivo de concretização do direito ao mínimo existencial energético para populações em situação de vulnerabilidade – desde que suportada por políticas públicas adequadas de financiamento e subsídio.

Logo, a energia solar fotovoltaica ultrapassa a condição de mera alternativa técnica de geração, assumindo relevância como instrumento de efetivação de direitos fundamentais, cuja promoção pelo Estado encontra amparo direto nos arts. 170, *caput* e inciso VI, e 225 da Constituição Federal.

A limitação do poder econômico à luz do desenvolvimento sustentável revela-se necessária, pois a atividade econômica não pode ser dissociada do meio ambiente. A produção

e o consumo dependem diretamente de recursos naturais, evidenciando a relação de interdependência entre economia e natureza. Por essa razão, o crescimento econômico deve ocorrer de forma compatível com a preservação ambiental, evitando a exploração indiscriminada dos recursos naturais.

A adoção de um modelo de crescimento sem limites pode levar ao esgotamento de recursos essenciais, como água, fauna e flora, além de provocar desequilíbrios ambientais capazes de afetar o próprio equilíbrio ecológico. Diante disso, Paulo Affonso Leme Machado (2023) destaca que a saúde humana está diretamente relacionada às condições dos elementos da natureza, sendo necessário avaliar se esses elementos se encontram em estado de equilíbrio e se sua utilização gera benefícios ou prejuízos à qualidade de vida.

Tal perspectiva reafirma o papel estratégico da política energética na concretização desses objetivos constitucionais. A forma de produção, distribuição e consumo de energia impacta diretamente o meio ambiente, o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida da população. Assim, a promoção de fontes renováveis de energia, especialmente da energia solar fotovoltaica, revela-se compatível com os princípios estruturantes da ordem constitucional econômica brasileira, ao conciliar desenvolvimento econômico, preservação ambiental e promoção do desenvolvimento sustentável.

2.2 A defesa do meio ambiente

A compreensão da proteção ambiental no plano constitucional pressupõe, inicialmente, a definição do próprio conceito de meio ambiente, entendido em sentido amplo como a interação de elementos naturais, artificiais e culturais que permitem o desenvolvimento equilibrado da vida (SILVA, 2013).

A defesa do meio ambiente ocupa posição central na Constituição Federal de 1988. Conforme estabelece o art. 225, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, reconhecido como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. Trata-se de direito fundamental de natureza coletiva, cuja efetivação constitui condição indispensável à garantia da dignidade da pessoa humana e à manutenção de condições adequadas de vida.

Além de reconhecer esse direito como fundamental, a Constituição atribui ao Poder Público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações. Tal previsão evidencia que a preservação ambiental constitui responsabilidade compartilhada entre Estado e sociedade, reforçando a necessidade de adoção de políticas

públicas destinadas à proteção dos recursos naturais e à manutenção do equilíbrio ecológico.

A incorporação da dimensão ambiental no texto constitucional representa uma das características mais relevantes do constitucionalismo contemporâneo. Ao reconhecer a importância da tutela ambiental, a Constituição de 1988 estabelece parâmetros normativos que orientam tanto a atuação estatal quanto o exercício das atividades econômicas, exigindo que o desenvolvimento das atividades produtivas observe limites ecológicos e respeite a integridade dos recursos naturais.

Sob essa perspectiva, a defesa do meio ambiente não se limita à proteção da natureza em sentido estrito, mas abrange a preservação das condições necessárias ao desenvolvimento da vida humana e à garantia da qualidade de vida da população, considerando que a deterioração ambiental pode gerar impactos diretos sobre a saúde, o bem-estar social e a estabilidade dos ecossistemas.

Na estrutura constitucional da ordem econômica, a presença da proteção ambiental entre seus princípios evidencia a preocupação do constituinte em compatibilizar a atividade econômica com a preservação dos recursos naturais. O art. 170, inciso VI, da Constituição Federal consagra a defesa do meio ambiente como princípio basilar, demonstrando que o desenvolvimento econômico não pode ocorrer de forma dissociada da proteção ambiental.

A proteção do meio ambiente, nessa linha, fundamenta a promoção do desenvolvimento econômico sustentável, ao buscar reduzir ou prevenir os impactos negativos decorrentes das atividades produtivas, tais como a poluição do ar, da água e do solo, a degradação dos ecossistemas e a perda da biodiversidade. Desse modo, a sustentabilidade ambiental mostra-se indispensável para assegurar a manutenção, a qualidade e a disponibilidade dos recursos naturais, essenciais à continuidade do desenvolvimento ao longo do tempo.

Para Gilberto Bercovici (2005), a inserção da defesa do meio ambiente entre os princípios da ordem econômica revela que o desenvolvimento econômico deve observar limites impostos pela necessidade de preservação do equilíbrio ecológico. Segundo o autor, a Constituição brasileira estabelece uma articulação entre economia e proteção ambiental, de modo que a atividade produtiva deve ser orientada por parâmetros que assegurem a utilização racional dos recursos naturais.

Sob a perspectiva do Direito Constitucional Ambiental, José Afonso da Silva (2013) observa que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado constitui um direito fundamental de caráter coletivo, cuja concretização depende da adoção de políticas públicas voltadas à gestão adequada dos recursos naturais e à prevenção de danos ambientais.

De forma semelhante, Édis Milaré (2015) destaca que a proteção ambiental não deve

ser compreendida apenas como limite à atividade econômica, mas também como elemento essencial para a garantia da qualidade de vida e para a preservação das condições que tornam possível a própria continuidade das atividades humanas.

Portanto, a incorporação da proteção ambiental como princípio constitucional representa a superação de um modelo de crescimento baseado exclusivamente na exploração intensiva de recursos naturais. A Constituição de 1988 passa a exigir que a atividade econômica seja exercida de forma compatível com a preservação ambiental, estabelecendo parâmetros normativos que orientam a atuação do Estado e dos agentes econômicos.

É nesse cenário que a defesa do meio ambiente assume a feição de diretriz constitucional, atuando como pilar fundamental do desenvolvimento econômico sustentável. Conforme observa Ronald Dworkin, citado por Eros Grau (2010, p. 256-257), trata-se de uma norma-objetivo dotada de caráter conformador, capaz de fundamentar a formulação de políticas públicas e justificar, inclusive, a adoção de tratamento diferenciado em razão do impacto ambiental de produtos, serviços e processos produtivos.

Em termos semelhantes, Canotilho (2003) sustenta que a proteção do meio ambiente possui natureza de princípio constitucional impositivo, exercendo dupla função no ordenamento jurídico: orientar a organização da ordem econômica e assegurar a preservação do equilíbrio ecológico.

2.3 Transição energética e economia de baixo carbono na ordem econômica contemporânea

A transição energética refere-se ao processo de transformação das matrizes energéticas tradicionais, baseadas no uso de combustíveis fósseis, para modelos fundamentados em fontes renováveis e menos poluentes, envolvendo mudanças estruturais nos sistemas de produção, distribuição e consumo de energia. Sob essa perspectiva, Vaclav Smil (2017) destaca que tais transições ocorrem de forma gradual, em razão da dependência de infraestruturas consolidadas e dos elevados investimentos necessários à sua implementação.

Esse movimento tem sido impulsionado pela necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e de mitigar os impactos das mudanças climáticas. No cenário internacional, acordos ambientais e compromissos climáticos têm incentivado os países a adotar políticas voltadas à promoção de energias renováveis e à construção de economias de baixo carbono.

Nesse contexto, destaca-se o Acordo de Paris, tratado internacional adotado em 2015,

no âmbito da Conferência das Partes sobre Mudanças Climáticas (COP21), com o objetivo de enfrentar o aquecimento global por meio da redução das emissões de gases de efeito estufa. O acordo estrutura-se a partir de compromissos nacionais progressivos, mecanismos de transparência, financiamento climático e cooperação internacional, incorporando também medidas de adaptação e instrumentos de mercado, como os mercados de carbono.

Como ponto central, o acordo estabelece a limitação do aumento da temperatura média global a menos de 2°C, com esforços para restringi-lo a 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais, de modo a evitar impactos climáticos mais severos. Trata-se, portanto, de um compromisso global que busca fortalecer a resposta à mudança do clima, negociado com a participação de 195 países e, posteriormente, ratificado por mais de 190 Estados, o que evidencia sua ampla adesão e reforça sua relevância como instrumento central da governança climática global.

No Brasil, o Acordo de Paris foi incorporado ao ordenamento jurídico por meio do Decreto Legislativo nº 140/2016, que aprovou o tratado no Congresso Nacional, e do Decreto nº 9.073/2017, que o promulgou, conferindo-lhe aplicabilidade interna. No plano jurídico, sua natureza tem sido reconhecida como supralegal, posição reforçada pelo Supremo Tribunal Federal no julgamento da ADPF 708, no qual se afirmou sua vinculação à tutela de direitos fundamentais.

À luz do direito econômico, a transição energética também pode ser compreendida como parte de um processo mais amplo de reorganização da economia contemporânea. Isso porque, segundo Calixto Salomão Filho (2001), o direito econômico reconhece que o funcionamento eficiente do mercado depende da existência de instituições capazes de orientar o desenvolvimento econômico e promover políticas públicas voltadas à inovação e à sustentabilidade.

Contudo, a dimensão econômica e ambiental da transição energética não esgota sua complexidade. Como visto na seção 2.1, a pobreza energética constitui dimensão estrutural da desigualdade social, e sua superação não pode ser confiada ao funcionamento espontâneo do mercado. Impõe-se, por isso, incorporar o conceito de justiça energética como categoria analítica central à compreensão do fenômeno da transição energética e de seus efeitos distributivos.

O conceito de justiça energética emergiu associado ao de justiça ambiental, no início da década de 1980, com o objetivo de proporcionar a todos os indivíduos, em todas as áreas, uma energia segura, acessível e sustentável (MCCAULEY et al., 2013 apud CARVALHO; GOMES; CORAZZA, 2022). Carvalho, Gomes e Corazza (2022) identificam três abordagens

fundamentais que estruturam o conceito: a justiça distributiva, a justiça processual e a justiça baseada no reconhecimento.

A justiça energética distributiva relaciona-se, pelo lado da oferta, com o estabelecimento de infraestruturas e serviços adequados e, pelo lado da demanda, com o acesso a serviços de qualidade. A privação nessa dimensão está diretamente associada à pobreza energética, caracterizada pela ausência ou precariedade no acesso à energia para iluminação, aquecimento, refrigeração e cocção de alimentos, o que implica o não atendimento de necessidades básicas como abrigo e alimentação (JENKINS et al., 2016 apud CARVALHO; GOMES; CORAZZA, 2022).

A justiça processual, por sua vez, diz respeito aos processos de tomada de decisão que governam questões distributivas, exigindo que todas as partes interessadas sejam engajadas de forma não discriminatória nas decisões sobre geração e distribuição de energia. Já a justiça baseada no reconhecimento implica respeitar a igualdade de direitos políticos e evitar formas de dominação cultural ou degradação de comunidades afetadas por empreendimentos energéticos (SCHLOSBERG, 2007 apud CARVALHO; GOMES; CORAZZA, 2022).

A complexidade da dimensão distributiva da justiça energética é ilustrada por Carvalho, Gomes e Corazza (2022, p. 504) a partir da experiência do programa alemão *Energiewende*:

O programa alemão buscou favorecer as energias renováveis, em especial a eólica e a solar, pelo uso das tarifas bonificadas [...]. Esse instrumento favorece os produtores ao oferecer um preço *premium* para a energia produzida a partir de fontes renováveis. O bônus no preço da energia é repassado aos produtores a partir de uma tarifa ampliada aos consumidores, de modo que os estratos economicamente menos favorecidos dos usuários de energia tendem a ser, na ausência de isenções ou compensações, penalizados. (JENKINS et al., 2016 apud CARVALHO; GOMES; CORAZZA, 2022)

Esse exemplo demonstra que políticas de incentivo às fontes renováveis, quando desacompanhadas de mecanismos redistributivos, podem produzir efeitos regressivos, penalizando justamente os segmentos mais vulneráveis da população. Trata-se de risco concreto, documentado em contextos nacionais distintos, e que deve orientar a formulação de políticas públicas no Brasil.

Sovacool e Dworkin (2014; 2015), autores que consolidaram o conceito na literatura internacional, propõem que a justiça energética pode ser utilizada como ferramenta nas tomadas de decisão, auxiliando no planejamento territorial e na governança por meio da disponibilidade e acessibilidade à energia elétrica (apud CARVALHO; GOMES; CORAZZA, 2022). Em síntese, os autores propõem uma estrutura de justiça energética centrada na disponibilidade,

acessibilidade, transparência, responsabilidade, sustentabilidade e equidade, destacando as dimensões de futuro, justiça e equidade da produção e uso de energia.

Essa tensão estrutural se manifesta de forma aguda no processo de transição energética: se conduzida sem instrumentos redistributivos adequados, a migração para fontes renováveis pode aprofundar desigualdades existentes, ao concentrar os ganhos econômicos e ambientais nas camadas com maior capacidade de investimento, enquanto os custos de manutenção da infraestrutura de distribuição são socializados. Franzolin, Klingor e Brollo (2024, p. 105) alertam para essa contradição ao observarem que:

Se a transição energética implica, num primeiro momento, maior foco na descarbonização da economia, por outro, podem impactar no bem-estar das famílias e das comunidades locais, à medida que se vislumbram novos direcionamentos distributivos, bem como aumento de preços e mudanças quanto à procura de energia. (BOUZAROVSKI et al., 2017 apud FRANZOLIN; KLINGOR; BROLLO, 2024)

No contexto brasileiro, essa tensão se manifesta concretamente no debate sobre a sustentabilidade econômica do sistema de compensação de energia elétrica instituído pela Lei nº 14.300/2022, como será analisado no Capítulo 4. O risco de que consumidores sem geração própria – majoritariamente os de menor renda – passem a subsidiar indiretamente aqueles que instalaram sistemas fotovoltaicos configura uma manifestação dessa regressividade e desafia o legislador e o regulador a encontrar soluções que conciliem a expansão das fontes renováveis com a equidade distributiva no acesso ao sistema elétrico.

Do ponto de vista constitucional, a justiça energética não constitui mera aspiração política. Ela encontra fundamento positivo direto nos objetivos fundamentais da República previstos no art. 3º da Constituição Federal de 1988, especialmente na construção de uma sociedade livre, justa e solidária (inciso I) e na erradicação da pobreza e redução das desigualdades sociais e regionais (inciso III). Tais preceitos impõem ao Estado não apenas o dever de abster-se de aprofundar desigualdades, mas também o dever ativo de formular políticas redistributivas que promovam a equalização das condições de acesso a bens e serviços essenciais.

Nesse sentido, Carvalho, Gomes e Corazza (2022, p. 516) concluem que:

O Programa Luz para Todos pode ser entendido como ação de extensão da justiça distributiva pelo acesso à energia elétrica, favorecendo, no período, a ampliação da satisfação de uma das necessidades básicas [...], sendo essa uma iniciativa mitigadora, portadora de soluções para problemas de acesso a serviços voltados ao atendimento das necessidades básicas das populações e, dessa forma,

contribuindo para formas mais justas de desenvolvimento.

Essa experiência evidencia que políticas públicas orientadas pela justiça energética são não apenas constitucionalmente exigíveis, mas também empiricamente eficazes na redução de desigualdades socioespaciais. A transição energética justa não é, portanto, apenas uma transição tecnológica e econômica – é também uma transição jurídica e distributiva, que exige do Estado a formulação de políticas de fomento à energia limpa com critérios explícitos de equidade social.

Portanto, a transição energética assume dimensão jurídica e econômica relevante, em razão de seus amplos impactos nas estruturas econômicas e produtivas, considerando que a energia constitui insumo essencial às atividades industriais, comerciais e agrícolas. Ademais, mudanças na matriz energética tendem a influenciar padrões de investimento, inovação tecnológica e organização dos setores produtivos, o que contribui para a ampliação do acesso à energia, em alinhamento aos objetivos constitucionais de desenvolvimento nacional e de redução das desigualdades regionais e sociais.

A energia solar fotovoltaica, nesse cenário, tem o potencial de ser um instrumento de justiça energética – mas apenas se acompanhada de arranjos institucionais que promovam sua democratização efetiva, tema que será aprofundado nos capítulos seguintes.

2.4 A energia solar fotovoltaica como instrumento de promoção do desenvolvimento sustentável e da tutela ambiental

Feitas essas considerações acerca da transição energética e de seus fundamentos jurídicos e econômicos, impõe-se examinar a energia solar fotovoltaica como instrumento relevante para a promoção da sustentabilidade e da proteção ambiental.

O ponto de partida, como visto, decorre da crescente preocupação com os impactos ambientais resultantes da atividade humana, cujos efeitos têm impulsionado a adoção de estratégias voltadas à promoção de fontes de energia limpa. Nesse cenário, a diversificação da matriz energética e a ampliação da participação de fontes renováveis assumem papel relevante nas políticas energéticas contemporâneas.

A energia solar fotovoltaica consiste na conversão direta da radiação solar em energia elétrica por meio de dispositivos semicondutores, especialmente os painéis solares, cuja geração está diretamente relacionada à incidência da luz solar. Trata-se de fonte energética renovável, limpa e sustentável, que se destaca por seu reduzido impacto ambiental e por sua capacidade de

viabilizar a produção descentralizada de energia.

Cumprido destacar que a energia solar pode ser aproveitada por diferentes tecnologias, como a solar térmica e a fotovoltaica. A primeira destina-se à conversão da radiação solar em calor, sendo amplamente utilizada, por exemplo, no aquecimento de água, ao passo que a segunda permite a conversão direta da radiação solar em eletricidade. Para os fins deste estudo, adota-se o enfoque na energia solar fotovoltaica, por sua relação direta com a geração distribuída e com as políticas públicas do setor elétrico.

Os sistemas fotovoltaicos são, em regra, compostos por conjuntos de painéis responsáveis pela captação da radiação solar e sua conversão em eletricidade, podendo operar de forma conectada à rede elétrica, de maneira autônoma ou em sistemas híbridos, o que amplia suas possibilidades de utilização em diferentes contextos sociais e econômicos.

Entre os benefícios decorrentes dessa fonte, destaca-se, sobretudo, sua capacidade de fornecer energia de forma sustentável e com reduzido impacto ambiental, em contraste com as fontes tradicionais baseadas em combustíveis fósseis, que são finitas e altamente poluentes.

Adicionalmente, a ampla disponibilidade da radiação solar em diferentes regiões do planeta contribui para a viabilidade dessa fonte energética em diversos contextos geográficos e econômicos, permitindo sua utilização tanto em países desenvolvidos quanto em regiões com menor infraestrutura energética.

No plano econômico, o uso da energia solar tem sido favorecido pela redução dos custos de instalação e pelo avanço tecnológico dos sistemas fotovoltaicos, fatores que têm ampliado sua competitividade em relação às fontes convencionais de energia. Soma-se a isso o potencial dessa tecnologia para promover a democratização do acesso à energia, especialmente em áreas remotas ou com acesso limitado à rede elétrica, evidenciando seu papel não apenas na mitigação dos impactos ambientais, mas também na promoção do desenvolvimento econômico e social em bases sustentáveis.

No Brasil, a introdução da Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica representou o marco inicial da disciplina normativa da geração distribuída, ao permitir que consumidores passassem a gerar sua própria energia elétrica por meio de fontes renováveis, especialmente sistemas fotovoltaicos. A norma instituiu o sistema de compensação de energia elétrica, contribuindo para o estímulo à geração distribuída, tendo sido posteriormente aperfeiçoada por diplomas normativos subsequentes, os quais serão oportunamente analisados.

Diante desse cenário, a utilização da energia solar fotovoltaica apresenta características que favorecem sua expansão no contexto das políticas públicas de sustentabilidade energética.

Trata-se de fonte renovável, de baixo impacto ambiental e capaz de contribuir para a descentralização da produção de energia elétrica, ampliando o acesso à geração energética por diferentes segmentos da sociedade.

A partir desses fundamentos, torna-se necessário examinar de que forma o ordenamento jurídico e as políticas públicas implementadas no estado de Goiás têm buscado incentivar a expansão da energia solar fotovoltaica, bem como identificar os desafios e as perspectivas para sua consolidação no contexto regional.

3 A ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO ESTADO DE GOIÁS: IMPACTOS E POTENCIAL

Com base nos fundamentos constitucionais e econômicos discutidos no capítulo anterior, torna-se possível examinar, de forma mais específica, os impactos e o potencial da energia solar no estado de Goiás. A análise da expansão dessa fonte energética permite compreender de que maneira os princípios da ordem constitucional econômica se concretizam por meio de políticas públicas voltadas à sustentabilidade e ao desenvolvimento regional.

No Brasil, a energia solar fotovoltaica vem apresentando crescimento significativo nas últimas décadas, impulsionada por avanços tecnológicos, pela redução dos custos de equipamentos e pela criação de marcos regulatórios que incentivam a geração distribuída, ampliando sua participação na matriz elétrica nacional.

Além dos benefícios ambientais, a expansão dessa fonte também produz efeitos relevantes nos planos econômico e social, contribuindo para a geração de empregos, o fortalecimento de cadeias produtivas e a ampliação do acesso à energia, especialmente por meio de sistemas descentralizados de geração.

No caso do Estado de Goiás, esses efeitos tornam-se ainda mais evidentes, considerando que o território apresenta condições naturais especialmente favoráveis ao aproveitamento da energia solar. A elevada incidência de radiação solar, associada à disponibilidade territorial e ao crescimento da demanda energética, cria um ambiente propício para o desenvolvimento dessa fonte no estado.

Diante desse panorama, torna-se relevante analisar, de forma articulada, os efeitos econômicos, sociais e ambientais da expansão da energia solar, bem como as condições naturais e estruturais que favorecem seu desenvolvimento em Goiás. Essa abordagem permite compreender seu papel na diversificação da matriz energética estadual e na promoção do desenvolvimento sustentável em âmbito regional.

3.1 Impactos econômicos e sociais

A expansão da energia solar fotovoltaica tem produzido efeitos relevantes sobre a dinâmica econômica e social das regiões em que se desenvolve. A cadeia produtiva associada a essa fonte envolve diferentes etapas, como a fabricação de equipamentos, a instalação de sistemas, a prestação de serviços técnicos especializados e a manutenção das estruturas.

Esse conjunto de atividades contribui para a geração de empregos e para a dinamização

da economia local, sobretudo em regiões que passam a receber investimentos voltados ao desenvolvimento de projetos de geração solar.

A difusão dos sistemas fotovoltaicos também tem possibilitado a ampliação do acesso à eletricidade, permitindo que consumidores residenciais, produtores rurais e pequenos empreendedores passem a produzir parte da energia que consomem. Tal processo fortalece a autonomia energética dos usuários e favorece a diversificação das fontes de geração, bem como a descentralização da produção.

Segundo dados recentes da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2026), o Estado de Goiás vem se destacando no cenário nacional, figurando entre os dez estados com maior capacidade instalada de geração solar distribuída, ultrapassando a marca de 1,7 gigawatt (GW) de potência instalada, com mais de 138 mil conexões operacionais distribuídas em todos os seus municípios, beneficiando mais de 174 mil consumidores.

A distribuição das instalações pelo território goiano, contudo, não se dá de forma homogênea. Levantamento da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD, 2022), com base em dados do painel interativo da ANEEL, demonstrou que, ao atingir a marca de 500 MW de potência instalada, a geração distribuída estava presente em 245 municípios goianos, mas com forte concentração nos principais centros urbanos e agroindustriais: Goiânia liderava com 78,86 MW, seguida por Rio Verde (29,23 MW) e Anápolis (27,20 MW).

Esses três municípios, sozinhos, respondiam por parcela expressiva de toda a capacidade instalada no estado. Embora os valores absolutos tenham crescido desde então, a estrutura de concentração geográfica permanece como característica estrutural do setor, evidenciando que a presença formal da geração distribuída em praticamente todos os municípios não se traduz em distribuição equitativa da capacidade instalada.

Desde 2012, a expansão da geração própria de energia solar proporcionou ao Estado de Goiás a atração de R\$ 9,2 bilhões em investimentos, a geração de mais de 63 mil empregos diretos e indiretos e a arrecadação de R\$ 2,8 bilhões aos cofres públicos, evidenciando o relevante impacto econômico e social da energia solar na região (ABSOLAR, 2025).

O perfil dos consumidores-geradores reforça essa assimetria. Segundo levantamento da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD, 2022), com base em dados do painel interativo da ANEEL, a classe residencial era a predominante, responsável por 216,4 MW; seguida pelas conexões comerciais, com 179,3 MW. A aplicação nas áreas rural e industrial respondia por 79,9 MW e 33 MW, respectivamente. Esse padrão evidencia que, a despeito do potencial do agronegócio goiano para a geração solar – especialmente no que se refere à irrigação e à autoprodução em propriedades rurais –, a penetração da tecnologia fotovoltaica no

meio rural ainda se encontra aquém do esperado, o que reforça a necessidade de políticas públicas específicas voltadas a esse segmento, tema que será aprofundado no Capítulo 4.

Apesar desses benefícios, a implantação de usinas fotovoltaicas pode ocasionar impactos socioeconômicos negativos, especialmente durante a fase de construção. Entre eles, destacam-se o aumento do fluxo de veículos e de maquinário nas áreas próximas ao empreendimento, o que pode provocar emissão de poeira, ruídos, desgaste da infraestrutura viária e elevação do risco de acidentes envolvendo pessoas e animais (SANTOS et al., 2016).

De modo semelhante, a intensificação das atividades de instalação pode ocasionar pressões temporárias sobre o comércio local, em razão do aumento da demanda por materiais e insumos utilizados nas obras, bem como elevar os riscos de acidentes de trabalho decorrentes do uso de máquinas pesadas e da movimentação intensa de trabalhadores no canteiro de obras. Ainda que esses impactos tendam a ser localizados e temporários, sua consideração é relevante para a adoção de medidas de planejamento e mitigação adequadas (SANTOS et al., 2016).

Portanto, verifica-se que a expansão da energia solar fotovoltaica ultrapassa a dimensão estritamente energética, configurando-se como instrumento relevante de desenvolvimento regional. Ao articular geração de renda, ampliação do acesso à energia e fortalecimento das economias locais, essa fonte contribui para a concretização dos objetivos da ordem constitucional econômica, especialmente no que se refere à promoção do desenvolvimento sustentável e à redução das desigualdades sociais e regionais, como será aprofundado nos tópicos seguintes.

3.2 Impactos ambientais

Sob o enfoque ambiental, a expansão da energia solar integra o conjunto de estratégias destinadas à adoção de modelos energéticos mais sustentáveis e alinhados à proteção do meio ambiente. Todavia, embora amplamente reconhecida como fonte limpa e renovável, a implantação de empreendimentos dessa natureza pode ocasionar impactos ambientais que devem ser considerados nas etapas de planejamento e execução dos projetos.

Tais impactos manifestam-se, sobretudo, durante as fases de construção e instalação das usinas, podendo envolver alterações na paisagem, movimentação de solo, geração de resíduos e interferências em ecossistemas locais. Em alguns casos, a remoção da cobertura vegetal e as modificações no uso do solo podem provocar alterações na dinâmica ambiental da área de implantação, afetando temporariamente a fauna, a flora e os processos naturais do ambiente (SANTOS et al., 2016).

Ainda assim, os impactos negativos associados aos sistemas fotovoltaicos tendem a apresentar menor magnitude quando comparados aos impactos ambientais decorrentes de outras formas de geração de energia elétrica.

Ademais, grande parte desses impactos ocorre de forma localizada e temporária, podendo ser mitigada por meio de planejamento adequado, adoção de medidas de controle ambiental e implementação de programas de monitoramento durante a implantação e operação dos empreendimentos (SANTOS et al., 2016).

3.3 O potencial da energia solar fotovoltaica em Goiás

3.3.1 Recursos naturais e condições climáticas favoráveis

O Estado de Goiás apresenta condições naturais e climáticas particularmente favoráveis ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica. Localizado na região Centro-Oeste do Brasil, o estado situa-se em uma faixa geográfica caracterizada por elevada incidência de radiação solar ao longo de praticamente todo o ano, fator determinante para a viabilidade técnica da geração de energia por meio de sistemas fotovoltaicos.

Dados do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB) indicam que a radiação solar média diária em Goiás varia entre aproximadamente 5,5 e 6,3 kWh/m², valor considerado elevado em comparação a diversas regiões do mundo que já possuem forte inserção da energia solar em suas matrizes energéticas.

Esse nível de irradiação coloca o estado em posição estratégica para o desenvolvimento de projetos fotovoltaicos, tanto em grande escala quanto no âmbito da geração distribuída. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR (2023), Goiás reúne um dos conjuntos de condições naturais mais favoráveis do país para a geração de energia solar, o que tem contribuído para a redução do tempo de retorno dos investimentos e para a ampliação do potencial de expansão dessa fonte energética no estado.

Ademais, a alta quantidade de horas de insolação registrada no território goiano constitui elemento relevante, uma vez que o estado apresenta média diária de horas de sol superior à média nacional, o que contribui diretamente para o aumento da eficiência dos sistemas fotovoltaicos instalados. Quanto maior o tempo de exposição à radiação solar, maior tende a ser a produção de energia elétrica pelos painéis solares, ampliando a estabilidade da geração e a previsibilidade dos resultados associados aos investimentos no setor (GRECO, 2025).

De igual modo, a relativa estabilidade climática da região reforça o potencial solar do

estado. Goiás apresenta baixa variação sazonal na intensidade da radiação solar quando comparado a regiões de clima temperado ou com elevada nebulosidade. Essa característica permite que os sistemas fotovoltaicos operem com níveis relativamente constantes de produção ao longo do ano, reduzindo incertezas operacionais e favorecendo o planejamento de investimentos no setor energético (GRECO, 2025).

No que se refere às características geográficas, o território goiano apresenta topografia predominantemente plana e extensas áreas rurais, fatores que facilitam significativamente a instalação de usinas solares em grande escala. A disponibilidade de áreas amplas, aliada à baixa densidade populacional em diversas regiões do estado, favorece a implantação de empreendimentos fotovoltaicos com menor complexidade logística e menor impacto sobre áreas urbanizadas, reduzindo custos de instalação e ampliando as possibilidades de expansão da infraestrutura energética baseada em fontes renováveis (GRECO, 2025).

Nesse contexto, a presença de áreas rurais extensas também contribui para a expansão da geração distribuída no estado. Propriedades agrícolas, estabelecimentos comerciais e residências podem instalar sistemas fotovoltaicos em telhados ou áreas disponíveis, ampliando a participação de consumidores na produção de energia elétrica. Esse modelo descentralizado de geração contribui para a democratização do acesso à energia e para a diversificação da matriz energética regional.

Em síntese, a conjugação entre elevada radiação solar, grande quantidade de horas de insolação, estabilidade climática e características geográficas favoráveis posiciona o Estado de Goiás como uma das regiões mais promissoras do país para a expansão da energia solar. Tais condições naturais favorecem a geração fotovoltaica e contribuem para a diversificação da matriz energética e para a promoção de modelo de crescimento ambientalmente equilibrado no âmbito regional.

A conjugação dessas condições naturais favoráveis tem produzido resultados concretos e mensuráveis ao longo do tempo. Em 2017, quando foi instituído o Programa Goiás Solar, o estado ocupava o 14º lugar no ranking nacional de geração distribuída solar. Em 2025, segundo levantamento da ABSOLAR, Goiás havia alcançado 1.867 MW de capacidade instalada, posicionando-se como o 6º maior estado do país nessa modalidade (ABSOLAR apud EMPREENDER EM GOIÁS, 2025).

A escala dessa ascensão, de nove posições em menos de uma década, demonstra que o potencial natural do estado tem sido progressivamente convertido em capacidade instalada, a partir da articulação entre condições climáticas favoráveis, marcos regulatórios e políticas públicas de incentivo. Mais recentemente, dados do painel interativo da ANEEL indicam que,

apenas no primeiro trimestre de 2026, Goiânia figurou entre os quatro municípios brasileiros com maior número de novas conexões de geração distribuída solar no período, com 1.069 sistemas instalados, sendo 1.027 de natureza residencial (CANAL SOLAR, 2026, com base em dados da ANEEL).

3.3.2 Determinantes da viabilidade econômica da energia solar fotovoltaica em Goiás

A viabilidade econômica da energia solar tem se consolidado como um dos pilares que sustentam sua expansão no Brasil, especialmente em estados com alto potencial de irradiação solar, como Goiás. A combinação entre incentivos regulatórios, redução dos custos de equipamentos e o aumento da consciência ambiental dos consumidores tem tornado essa fonte renovável não apenas ambientalmente sustentável, mas também financeiramente atrativa.

Um dos principais elementos a serem considerados na análise da viabilidade econômica é o custo inicial de implantação dos sistemas fotovoltaicos. Embora os preços dos módulos solares tenham caído significativamente nos últimos anos, o investimento inicial ainda representa uma barreira para grande parte da população. Segundo Barros (2014), os custos podem variar conforme o porte da instalação, sendo mais elevados para sistemas de maior potência, mas com retorno proporcionalmente mais rápido, em razão da economia gerada nas contas de energia.

Paralelamente à queda progressiva dos preços, verifica-se que os módulos solares e inversores têm passado por melhorias significativas de eficiência. De acordo com estudos da EPE (2020), a eficiência média dos painéis disponíveis no mercado brasileiro aumentou de 15% para mais de 22% na última década, o que reduz a área necessária para instalação e torna o sistema mais produtivo.

Outro fator relevante para a análise da viabilidade econômica da energia solar diz respeito ao tempo de retorno sobre o investimento (*payback*), um dos indicadores mais utilizados para mensurar a atratividade da energia solar. Em Goiás, estudos indicam que o *payback* médio situa-se entre cinco e sete anos, dependendo do perfil de consumo, da taxa de incidência solar no local e da modalidade de financiamento utilizada (COSTA E SANTOS, 2017, p. 152). Considerando que os sistemas possuem vida útil superior a 25 anos, esse retorno se mostra altamente vantajoso no médio e longo prazo.

No que se refere ao financiamento, diversas instituições financeiras oferecem linhas de crédito específicas para projetos de energia solar, com condições de pagamento mais acessíveis. Entre elas, destacam-se o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e cooperativas de crédito

como o Sicoob, que disponibilizam programas voltados ao financiamento de sistemas fotovoltaicos para consumidores residenciais, empresariais e produtores rurais.

De forma complementar, os incentivos fiscais cumprem um papel estratégico. A isenção do ICMS sobre a energia elétrica compensada nas unidades com micro e minigeração distribuída, conforme convênio firmado no âmbito do Confaz, representa uma economia direta para os consumidores-geradores (ABSOLAR, 2023). Em Goiás, essa política tem sido fundamental para tornar o investimento mais competitivo.

Nesse contexto, a compensação do excedente de energia gerado pelo sistema fotovoltaico permite que a energia injetada na rede elétrica seja abatida nas faturas subsequentes, reduzindo significativamente o custo mensal com eletricidade e tornando o investimento mais atrativo. Esse sistema, que conta com um plano regulatório específico, será oportunamente abordado.

Ainda sob o aspecto econômico, a geração compartilhada surge como uma alternativa promissora. Nesse modelo, consumidores podem adquirir cotas de participação em usinas solares remotas e abater o consumo nas faturas mensais, sem necessidade de instalação em suas propriedades. Essa alternativa é particularmente relevante para moradores de apartamentos ou estabelecimentos comerciais em centros urbanos com pouca disponibilidade de área para captação solar (ASMUS, 2008).

Do ponto de vista empresarial, a energia solar também se destaca como uma solução para redução de custos operacionais e aumento da competitividade. Segundo Brito (2011, p.74), empresas que investem em fontes renováveis não apenas diminuem suas despesas fixas com eletricidade, mas também agregam valor à sua marca ao adotar práticas sustentáveis – um fator cada vez mais valorizado pelos consumidores e investidores.

No setor produtivo, especialmente em atividades que apresentam elevado consumo energético, como a irrigação agrícola, a utilização da energia solar pode representar redução significativa nos custos operacionais. Estudos aplicados ao setor agrícola indicam que os gastos com energia elétrica podem representar parcela expressiva das despesas relacionadas à irrigação, podendo alcançar até cerca de 70% dos custos operacionais associados ao sistema de bombeamento e distribuição de água (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006; CARVALHO et al., 2016).

Nesse cenário, a adoção de sistemas fotovoltaicos surge como alternativa capaz de reduzir substancialmente esses custos, contribuindo para a melhoria da eficiência econômica das atividades produtivas. Pesquisas internacionais também apontam resultados positivos na análise econômica de sistemas fotovoltaicos aplicados à irrigação agrícola, evidenciando que

projetos desse tipo apresentam indicadores financeiros favoráveis, como valores positivos de VPL, taxas internas de retorno atrativas e períodos de retorno compatíveis com a vida útil dos sistemas (JORDÃO et al., 2020).

Adicionalmente, a análise da viabilidade econômica deve considerar também os custos indiretos e eventuais limitações da tecnologia. A manutenção preventiva, embora apresente baixo custo, deve ser incorporada ao planejamento. Além disso, sistemas de armazenamento de energia, como baterias, ainda representam um custo elevado, sendo viáveis apenas em situações específicas, como locais não conectados à rede (DINIZ, 2017).

No âmbito público, a viabilidade econômica da energia solar também se evidencia nos setores governamental e educacional. Municípios goianos têm implantado sistemas fotovoltaicos em escolas, unidades de saúde e prédios administrativos como forma de reduzir gastos com energia e liberar recursos para outras áreas essenciais. Segundo dados da FIEG (2024), tais iniciativas vêm promovendo economia significativa e estimulando a conscientização sobre o uso de fontes renováveis.

Por fim, o custo evitado da energia – isto é, o valor que deixa de ser pago à concessionária – tem se consolidado como um dos argumentos mais fortes para convencer gestores públicos e privados a investir na tecnologia. Com as tarifas de energia elétrica apresentando aumentos constantes, a estabilidade proporcionada pela geração própria representa uma proteção contra volatilidades do mercado energético (ANEEL, 2018).

4 O AMBIENTE JURÍDICO-INSTITUCIONAL DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM GOIÁS

Não obstante o cenário favorável delineado no capítulo anterior, impõe-se examinar criticamente a capacidade dos instrumentos normativos e das políticas públicas vigentes de sustentar, de forma contínua e estrutural, a expansão da energia solar no Estado de Goiás. O crescimento recente do setor evidencia avanços institucionais relevantes, mas também revela limites que desafiam a consolidação dessa fonte como elemento central da matriz energética.

Assim, a análise desloca-se da constatação do potencial econômico e ambiental para a avaliação da efetividade do arranjo jurídico-institucional que o sustenta. Mais do que descrever os mecanismos existentes, busca-se compreender se o atual modelo regulatório e as políticas públicas associadas são capazes de acompanhar a crescente demanda por energia limpa, assegurar previsibilidade aos agentes do setor e, sobretudo, promover inclusão energética.

O papel do Estado assume, assim, dimensão estratégica, não apenas como regulador do mercado, mas como indutor do desenvolvimento econômico sustentável. A formulação de marcos normativos estáveis, aliada à implementação de políticas públicas eficazes, revela-se determinante para viabilizar investimentos, reduzir barreiras de acesso e ampliar a participação social na geração de energia.

A compreensão desse arcabouço regulatório e dessas políticas públicas beneficia-se, do ponto de vista analítico, da tipologia elaborada por Eros Roberto Grau (2010, p. 146-149) para as formas de intervenção estatal sobre o domínio econômico. Segundo o autor, quando o Estado atua como regulador – e não como agente econômico direto –, sua intervenção pode assumir duas modalidades distintas: a intervenção por direção e a intervenção por indução.

A intervenção por direção caracteriza-se pelo emprego de comandos cogentes, que impõem comportamentos obrigatórios aos agentes econômicos, sem que lhes reste margem de recusa. Nas palavras de Grau (2010, p. 148):

No caso das normas de intervenção por direção estamos diante de comandos imperativos, dotados de cogência, impositivos de certos comportamentos a serem necessariamente cumpridos pelos agentes que atuam no campo da atividade econômica em sentido estrito.

Já a intervenção por indução opera por lógica diversa: em vez de impor, o Estado estimula, atraindo o particular à adesão voluntária por meio de incentivos econômicos. Como esclarece Grau (2010, p. 148-149):

No caso das normas de intervenção por indução defrontamo-nos com preceitos que, embora prescritivos (deônticos), não são dotados da mesma carga de cogência que afeta as normas de intervenção por direção. Nelas, a sanção, tradicionalmente manifestada como comando, é substituída pelo expediente do convite, de 'incitações, dos estímulos, dos incentivos, de toda ordem, oferecidos, pela lei, a quem participe de determinada atividade de interesse geral'. Penetramos, aí, o universo do direito premial.

Essa distinção revela-se de precisa aplicabilidade ao conjunto normativo analisado neste capítulo. De um lado, identificam-se normas de intervenção por direção, como as resoluções normativas da ANEEL (REN nº 482/2012 e nº 687/2015) e as disposições imperativas da Lei nº 14.300/2022, que impuseram obrigações compulsórias às distribuidoras e fixaram parâmetros técnico-regulatórios de observância necessária. Do outro, identificam-se normas de intervenção por indução, como a isenção de ICMS, os programas de financiamento subsidiado, o Programa Goiás Solar e o Decreto Estadual nº 10.579/2024, instrumentos que não obrigam o particular à instalação de sistemas fotovoltaicos, mas lhe oferecem benefícios suficientemente atraentes para orientá-lo a esse comportamento de interesse público.

A articulação entre essas duas modalidades de intervenção é justamente o que confere ao regime jurídico-institucional da energia solar fotovoltaica em Goiás sua característica estrutural: um marco regulatório que combina disciplina imperativa com incentivos indutores, em consonância com os princípios da ordem constitucional econômica examinados no capítulo anterior.

A partir dessa perspectiva, o presente capítulo examina o arcabouço regulatório da geração distribuída no Brasil e no Estado de Goiás, bem como as principais políticas públicas voltadas ao setor, identificando seus avanços, limitações e desafios. Busca-se, com isso, avaliar em que medida tais instrumentos efetivamente contribuem para a consolidação da energia solar fotovoltaica como vetor de desenvolvimento sustentável e de redução das desigualdades regionais.

4.1 O marco regulatório da micro e minigeração distribuída no Brasil

A consolidação da energia solar fotovoltaica como componente estratégico da matriz energética nacional exige, como condição essencial, a estabilidade e clareza do marco regulatório. Um ambiente normativo seguro é indispensável para atrair investimentos de longo prazo, garantir segurança jurídica aos agentes do setor e fomentar a expansão sustentável da geração distribuída.

Contudo, antes de adentrar propriamente à análise do marco regulatório da micro e minigeração distribuída, mostra-se necessário delimitar o conceito de geração distribuída (GD) no ordenamento jurídico brasileiro, inicialmente introduzido pelo Decreto nº 5.163/2004, que estabeleceu parâmetros técnicos para sua caracterização. Nos termos do art. 14 do referido diploma:

Art. 14. Para os fins deste Decreto, considera-se geração distribuída a produção de energia elétrica proveniente de empreendimentos de agentes concessionários, permissionários ou autorizados, incluindo aqueles tratados pelo art. 8º da Lei nº 9.074, de 1995, conectados diretamente no sistema elétrico de distribuição do comprador, exceto aquela proveniente de empreendimento:
I - hidrelétrico com capacidade instalada superior a 30 MW; e
II - termelétrico, inclusive de cogeração, com eficiência energética inferior a setenta e cinco por cento, conforme regulação da ANEEL, a ser estabelecida até dezembro de 2004.

A partir dessa definição normativa, verifica-se que a geração distribuída foi concebida, em sua origem, sob uma perspectiva predominantemente técnica e restritiva, vinculada à conexão direta com a rede de distribuição e à observância de limites específicos de capacidade instalada e eficiência energética. Trata-se, portanto, de um conceito inicial voltado à organização do sistema elétrico, que não abrange, de forma plena, as dimensões econômicas, sociais e ambientais atualmente associadas à geração descentralizada de energia.

Em uma perspectiva mais abrangente, a geração distribuída pode ser compreendida como um modelo descentralizado de produção de energia elétrica, realizado no próprio local de consumo ou em suas proximidades, com conexão à rede pública de distribuição. Essa configuração possibilita não apenas a diversificação da matriz energética, mas também a redução de perdas no sistema elétrico, o estímulo ao uso de fontes renováveis e a ampliação do acesso à energia.

No contexto institucional, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia federal responsável pela regulação e fiscalização do setor elétrico brasileiro, assume papel central na normatização e no ordenamento jurídico-institucional do setor fotovoltaico no Brasil. A agência exerce competência na definição de regras técnicas e econômicas aplicáveis às atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, desempenhando função estruturante na organização e no funcionamento do mercado energético nacional.

Sua atuação busca assegurar o equilíbrio entre os interesses dos consumidores, das concessionárias e do poder público, garantindo a prestação adequada dos serviços de energia elétrica e a estabilidade necessária ao desenvolvimento do setor. Tal exercício regulatório

também se relaciona com os princípios da ordem econômica previstos no art. 170 da Constituição Federal, especialmente aqueles voltados à livre iniciativa, à defesa do consumidor e à promoção do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a criação de regras específicas para a micro e minigeração distribuída mostra-se fundamental para conferir segurança jurídica aos investidores, estabelecer parâmetros técnicos para a conexão às redes de distribuição e incentivar a difusão de tecnologias renováveis, especialmente a energia solar fotovoltaica. Para além da disciplina técnica do setor, esse arranjo regulatório exerce função indutora, ao orientar investimentos e influenciar o comportamento dos agentes econômicos no mercado de energia.

Diante desse panorama institucional e regulatório, compreende-se a formação do marco normativo da geração distribuída no Brasil, cuja evolução ocorreu de forma gradual, por meio de atos regulatórios e, posteriormente, de legislação específica, conforme será analisado nos tópicos seguintes. A compreensão desse percurso revela-se essencial para avaliar a capacidade do atual arranjo regulatório de sustentar a expansão da geração distribuída e enfrentar os desafios relacionados ao desenvolvimento das fontes renováveis no país.

4.1.1 Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL

A Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, editada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), representa o marco inicial da regulamentação da geração distribuída no Brasil. Antes de sua publicação, o ordenamento jurídico brasileiro não previa regras específicas que permitissem ao consumidor produzir energia elétrica e conectá-la diretamente à rede de distribuição.

Com a edição da referida norma, pessoas físicas ou jurídicas foram autorizadas a instalar micro ou minigeradores para produção de energia elétrica destinada ao atendimento da demanda de consumo, a partir de fontes renováveis, como solar, eólica, biomassa e cogeração qualificada. A resolução instituiu, ainda, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, mecanismo pelo qual a energia excedente gerada pelo consumidor é cedida à distribuidora a título de empréstimo gratuito, gerando créditos de energia a serem utilizados para abatimento no consumo futuro.

A norma também definiu a microgeração distribuída como a central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 75 kW, enquanto a minigeração distribuída compreendia as centrais com potência superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou 5 MW para as demais fontes renováveis, ambas conectadas à rede de distribuição.

A definição desses limites de potência, aliada à regulamentação dos procedimentos de

conexão, inaugurou um novo modelo de relação entre consumidores e sistema elétrico, permitindo que os usuários deixassem a condição de consumidores passivos e passassem a atuar também como produtores de energia.

Ao promover tais transformações, a Resolução nº 482/2012 não apenas viabilizou a geração distribuída, mas também introduziu um novo paradigma no setor elétrico brasileiro, marcado pela descentralização da produção e pela ampliação do protagonismo do consumidor.

Contudo, embora inegável seu papel estruturante, a Resolução nº 482/2012 apresenta duas fragilidades críticas que merecem análise jurídica aprofundada. A primeira é de ordem hierárquica: a geração distribuída ficou regulada, por uma década, por mero ato administrativo infralegal, sem respaldo em lei formal, lacuna que somente seria suprida pela Lei nº 14.300/2022. Essa configuração normativa gerava insegurança jurídica estrutural: as regras do sistema de compensação energética poderiam ser alteradas pela ANEEL mediante nova resolução, sem o procedimento legislativo que assegura maior previsibilidade aos investidores e maior proteção à confiança legítima dos consumidores-geradores.

Do ponto de vista da teoria das fontes do direito, a submissão de relações jurídicas de longo prazo, tais como as que decorrem de investimentos em sistemas fotovoltaicos com prazo de amortização superior a 25 anos, a uma regulamentação sujeita a revisão por ato administrativo representava vulnerabilidade incompatível com o princípio da segurança jurídica, consagrado no art. 5º, caput, da Constituição Federal.

A segunda fragilidade é de ordem distributiva. A Resolução nº 482/2012 foi concebida inteiramente sob uma perspectiva de eficiência de mercado, sem qualquer mecanismo de inclusão energética. O sistema de compensação ali instituído pressupunha, implicitamente, um consumidor com capacidade financeira para realizar o investimento inicial em equipamentos fotovoltaicos – realidade que correspondia, e ainda corresponde, a uma parcela minoritária da população brasileira.

Outrossim, a norma não contemplou subsídios, financiamentos diferenciados ou modalidades coletivas de geração que pudessem viabilizar o acesso de consumidores de baixa renda. Essa cegueira redistributiva originária da regulamentação setorial produziu efeitos concentradores que persistem até hoje, como demonstram os dados da ABGD (2022) sobre a desigualdade territorial na distribuição das instalações fotovoltaicas em Goiás – e que apenas políticas públicas complementares de inclusão energética serão capazes de reverter.

Dessa forma, não obstante seu caráter inovador, o modelo inicialmente instituído apresentava limitações operacionais e regulatórias, especialmente quanto à abrangência das modalidades de geração e ao aproveitamento dos créditos energéticos, o que demandou

posteriores aperfeiçoamentos normativos.

4.1.2 Resolução Normativa nº 687/2015 da ANEEL

A experiência acumulada após a implementação da Resolução Normativa nº 482/2012 revelou a necessidade de aperfeiçoamento do modelo regulatório da geração distribuída no Brasil. As limitações observadas na norma anterior, especialmente quanto à abrangência das modalidades de geração e à utilização dos créditos energéticos, impulsionaram a edição de novos instrumentos regulatórios.

Nesse contexto, foi editada a Resolução Normativa nº 687/2015, que entrou em vigor em 1º de março de 2016, promovendo alterações relevantes no regime de geração distribuída. A norma aperfeiçoou e ampliou as hipóteses de utilização do sistema de compensação de energia elétrica, mantendo sua estrutura básica, mas introduzindo mecanismos que aumentaram sua flexibilidade e aplicabilidade prática.

Entre as principais inovações introduzidas, destacam-se a possibilidade de autoconsumo remoto, a criação da geração compartilhada e a regulamentação da geração em condomínios e consórcios de consumidores. Essas medidas permitiram a ampliação do acesso à geração distribuída, inclusive por consumidores que não dispõem de área própria para instalação de sistemas fotovoltaicos.

Além disso, a Resolução nº 687/2015 promoveu a revisão dos limites de potência da micro e minigeração distribuída, redefinindo a microgeração como aquela com potência instalada de até 75 kW e ampliando o limite da minigeração para até 5 MW no caso de fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica. Ademais, contribuiu para a desburocratização do processo de acesso à rede de distribuição, por meio da simplificação dos procedimentos administrativos de conexão, com a definição de etapas mais claras e maior celeridade na análise pelas distribuidoras.

Ao introduzir essas inovações, a Resolução nº 687/2015 contribuiu para a consolidação da geração distribuída no Brasil, porquanto viabiliza novos modelos de negócio e amplia a participação de diferentes perfis de consumidores no sistema energético.

Todavia, a par dos inegáveis avanços, a Resolução nº 687/2015 aprofundou uma tensão distributiva que já estava latente no modelo inaugurado em 2012 e que a literatura especializada identificou com precisão no contexto de outros países. Como analisado na seção 2.3, o programa alemão *Energiewende* demonstrou empiricamente que políticas de incentivo às fontes renováveis baseadas em tarifas bonificadas tendem a onerar desproporcionalmente os

consumidores de menor renda, que financiam indiretamente os bônus pagos aos produtores de energia renovável sem deles se beneficiar.

O sistema de compensação integral adotado pela REN nº 687/2015 no Brasil opera sob lógica semelhante: ao permitir que o consumidor-gerador utilize a rede pública de distribuição sem pagar pelos custos de sua manutenção, na medida em que compensa integralmente a energia injetada pelo valor integral da tarifa, incluindo as parcelas destinadas a cobrir esses custos, o modelo transfere implicitamente parte dos encargos da infraestrutura elétrica para os consumidores sem geração própria, majoritariamente os de menor renda, que não têm capacidade de investimento em sistemas fotovoltaicos.

Essa crítica não é meramente teórica: ela foi reconhecida pelo próprio legislador ao elaborar a Lei nº 14.300/2022, que introduziu a cobrança progressiva pelo uso da rede precisamente para corrigir essa assimetria. O problema, todavia, é que a identificação tardia do efeito regressivo, uma década após a instituição do modelo, permitiu que os ganhos da geração distribuída se concentrassem, nesse período, nos segmentos com maior capacidade de investimento, enquanto os custos foram socializados.

Portanto, esse intervalo temporal evidencia a necessidade de que normas regulatórias do setor elétrico incorporem, desde sua formulação, avaliações de impacto distributivo, exigência que se extrai diretamente dos princípios constitucionais de redução das desigualdades sociais e regionais (art. 3º, inciso III, CF/1988) e que permanece, como se verá, sistematicamente descumprida no arcabouço normativo estadual examinado nas seções seguintes.

Assim, não obstante os avanços, o crescimento acelerado da geração distribuída a partir dessas alterações também passou a suscitar debates relacionados à sustentabilidade econômica do setor elétrico, especialmente no que se refere à repartição dos custos da infraestrutura de distribuição, tema que seria posteriormente enfrentado no âmbito legislativo.

4.1.3 Lei nº 14.300/2022 – Marco legal da micro e minigeração distribuída

O crescimento exponencial da geração distribuída passou a gerar tensões no setor, em especial entre as distribuidoras de energia elétrica, que passaram a alegar prejuízos na arrecadação tarifária e desequilíbrio na cobertura dos custos fixos da rede. O cerne do conflito residia no fato de que os consumidores com GD deixavam de pagar integralmente a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), apesar de continuarem utilizando a infraestrutura elétrica.

Segundo lecionam Cupertino, Tomé e Costa (2023), a expansão da geração distribuída, embora traga benefícios ao sistema elétrico, também pode gerar efeitos distributivos relevantes, na medida em que os custos da rede tendem a ser redistribuídos entre os consumidores que não possuem acesso à geração própria, o que evidencia um potencial tensionamento entre eficiência econômica e justiça distributiva.

Esse impasse culminou em intensos debates técnicos, políticos e legislativos sobre a chamada "taxação do sol", expressão popularizada para designar a proposta de cobrança do uso da rede pelos geradores distribuídos. Em 2019, a ANEEL abriu consulta pública com proposta de revisão do modelo de compensação, o que gerou forte mobilização de entidades do setor solar, especialistas e da própria sociedade civil, que viam na proposta uma ameaça ao desenvolvimento das fontes renováveis descentralizadas.

Diante desse cenário, foi promulgada a Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, conhecida como Marco Legal da Micro e Minigeração Distribuída, instrumento normativo destinado a conferir maior estabilidade jurídica ao setor. A lei recebeu essa denominação por estabelecer, em nível legislativo, as diretrizes gerais que disciplinam a geração distribuída no país, matéria que, até então, estava predominantemente subordinada às regras previstas em resoluções administrativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), especialmente nas Resoluções Normativas nº 482/2012 e nº 687/2015.

Entre suas principais contribuições, a norma consolidou conceitos técnicos fundamentais para a organização da geração distribuída. A lei define microgeração distribuída como a central geradora de energia elétrica com potência instalada igual ou inferior a 75 kW, conectada à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. Já a minigeração distribuída corresponde às centrais geradoras com potência superior a 75 kW e igual ou inferior a 3 MW para fontes não despacháveis, como a energia solar fotovoltaica, podendo alcançar até 5 MW no caso de fontes despacháveis, as quais incluem, nos termos legais, fontes com capacidade de modulação da geração, inclusive sistemas fotovoltaicos associados a armazenamento de energia.

Para além dessas definições técnicas, a lei também disciplinou o funcionamento do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), mecanismo que permite ao consumidor-gerador injetar na rede pública o excedente de energia produzido por seu sistema e receber créditos energéticos que podem ser utilizados para compensar o consumo em períodos subsequentes.

Todavia, Cupertino, Tomé e Costa (2023) destacam que, apesar da ampliação das possibilidades de participação dos consumidores, o modelo jurídico brasileiro mantém a

geração distribuída como atividade acessória ao consumo, não autorizando, em regra, a comercialização de energia pelo consumidor-gerador, que permanece juridicamente enquadrado como unidade consumidora.

Nos termos da referida legislação, trata-se de sistema no qual a energia é cedida à rede a título de empréstimo gratuito, sendo posteriormente compensada ou convertida em créditos de energia elétrica. Esse sistema constitui um dos principais instrumentos de estímulo à geração distribuída no Brasil, pois possibilita que a energia gerada seja convertida em economia direta na fatura de energia elétrica.

Outro aspecto relevante da Lei nº 14.300/2022 refere-se à criação de um regime de transição tarifária aplicável aos novos sistemas de geração distribuída. A norma estabeleceu um modelo progressivo de cobrança de componentes tarifários relacionados ao uso da rede de distribuição, especialmente a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), de forma gradual até o ano de 2029, com percentuais crescentes de incidência ao longo do período de transição, buscando equilibrar os incentivos à geração distribuída com a sustentabilidade econômica do sistema elétrico.

Além disso, foram reconhecidas e regulamentadas diferentes modalidades de geração distribuída, ampliando as possibilidades de participação dos consumidores no sistema energético. Entre essas modalidades destacam-se o autoconsumo local, o autoconsumo remoto, os empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras – como condomínios – e a geração compartilhada por meio de cooperativas ou consórcios de consumidores.

A norma também previu mecanismos de preservação dos direitos adquiridos dos consumidores que já haviam realizado investimentos em geração distribuída antes da entrada em vigor do novo marco legal. Os sistemas conectados ou com solicitação de acesso formalizada dentro do período de transição permanecem submetidos às regras anteriores de compensação energética por prazo determinado, assegurado, nos termos legais, até 31 de dezembro de 2045, garantindo estabilidade regulatória e proteção à confiança legítima dos investidores.

Cumprir destacar, ainda, que a Lei nº 14.300/2022 instituiu o Programa de Energia Renovável Social (PERS), voltado à promoção do acesso à geração de energia renovável por consumidores de baixa renda, evidenciando a dimensão social do marco regulatório e sua potencial contribuição para a redução das desigualdades no acesso à energia elétrica.

A criação do PERS, porém, merece análise crítica que vá além do reconhecimento formal de sua existência. O programa foi instituído como norma de eficácia limitada, na acepção de José Afonso da Silva (2013): sua implementação depende de regulamentação posterior, sem

que a lei tenha fixado metas, prazos, fontes de financiamento ou indicadores de desempenho. Até o momento, o PERS permanece sem regulamentação executiva específica, configurando o que a doutrina denomina promessa legislativa não realizada, ou seja, uma norma constitucionalmente orientada cuja efetividade social é nula enquanto não se edita o ato regulatório que a concretize.

Essa omissão regulatória é particularmente grave diante do quadro de pobreza energética documentado na seção 2.1: o único instrumento legal que o marco regulatório federal dedica explicitamente à inclusão energética é, precisamente, aquele que permanece sem implementação.

A segunda fragilidade estrutural da Lei nº 14.300/2022 reside no regime de dualidade regulatória que ela cria ao preservar as regras anteriores de compensação integral para sistemas conectados ou com pedido formalizado até 7 de janeiro de 2023, com garantia até 31 de dezembro de 2045. Embora essa previsão seja juridicamente justificável sob o prisma da proteção à confiança legítima e dos direitos adquiridos dos investidores, ela produz, na prática, dois sistemas jurídicos paralelos operando simultaneamente por mais de duas décadas: de um lado, os consumidores-geradores sob o regime antigo, beneficiários da compensação integral sem pagamento pelo uso da rede; de outro, os que ingressaram após a vigência do novo marco, sujeitos à cobrança progressiva do "Fio B".

Essa coexistência introduz complexidade fiscalizatória considerável para a ANEEL e para as distribuidoras, cria potencial de distorção competitiva entre agentes em situações jurídicas distintas e pode, paradoxalmente, desincentivar novos investimentos em geração distribuída ao tornar evidente que os ingressantes tardios arcam com encargos que os primeiros adotantes não suportam. Do ponto de vista regulatório, a solução adotada é compreensível, mas seus custos institucionais de longo prazo não foram devidamente reconhecidos pelos debates legislativos que precederam a promulgação da lei.

Ademais, a legislação estabelece que a micro e minigeração distribuída se caracteriza como produção de energia elétrica para consumo próprio, o que reforça sua natureza jurídica distinta da atividade de comercialização de energia no mercado tradicional.

Dessa forma, a Lei nº 14.300/2022 consolidou as bases jurídicas da geração distribuída no Brasil, estabelecendo parâmetros técnicos, econômicos e regulatórios que orientam a expansão da energia solar e de outras fontes renováveis no país. Ainda assim, sua implementação revela desafios relevantes, especialmente no que se refere ao equilíbrio entre modicidade tarifária, sustentabilidade econômico-financeira do setor elétrico e ampliação do acesso à geração distribuída, o que demonstra que o marco legal, embora estruturante, ainda

demanda contínuo aprimoramento regulatório e institucional.

4.1.3.1 Críticas e desafios do arranjo regulatório da geração distribuída após a Lei nº 14.300/2022

Como visto, embora a Lei nº 14.300/2022 represente um marco relevante na consolidação do regime jurídico da micro e minigeração distribuída no Brasil, sua implementação suscita debates e desafios relacionados à aplicação prática e aos possíveis impactos sobre o desenvolvimento da geração distribuída no país.

Um dos aspectos mais discutidos refere-se à segurança jurídica do setor. A transformação das regras anteriormente previstas em atos regulatórios em um diploma legal teve como objetivo ampliar a previsibilidade normativa e reduzir incertezas para consumidores e investidores. Todavia, a transição entre o regime anterior e o novo modelo regulatório gerou questionamentos quanto às condições aplicáveis aos sistemas já instalados e às regras que incidirão sobre novos empreendimentos, evidenciando os desafios inerentes à adaptação de um setor em rápida expansão.

Outro ponto relevante envolve a distribuição dos custos associados ao uso da rede elétrica. A Lei nº 14.300/2022 introduziu um modelo de transição que prevê a cobrança gradual de componentes tarifários relacionados à utilização da infraestrutura de distribuição, especialmente por meio do componente conhecido como “Fio B”. Essa medida foi concebida com o propósito de redistribuir de forma mais equilibrada os custos do sistema elétrico entre os usuários da rede (LINO, 2026).

Nesse sentido, a introdução dessa cobrança pode influenciar a viabilidade econômica de determinados projetos de geração distribuída, uma vez que a ampliação gradual desses encargos tende a aumentar o período de retorno do investimento em sistemas fotovoltaicos, especialmente para consumidores de menor porte que dependem do mecanismo de compensação energética.

Ainda, são apontados desafios operacionais relacionados à conexão de novos sistemas à rede elétrica. Em regiões com elevada penetração de geração distribuída, distribuidoras têm relatado dificuldades técnicas decorrentes da chamada inversão de fluxo de potência, fenômeno que ocorre quando a energia gerada localmente supera o consumo da rede na área. Esse cenário pode exigir adaptações na infraestrutura de distribuição e, em alguns casos, tem levado à limitação ou ao retardamento da conexão de novos sistemas fotovoltaicos.

Tal situação suscita debates sobre a necessidade de aprimoramento da regulação e da

fiscalização por parte da ANEEL, especialmente para garantir a observância de princípios como a isonomia, a livre concorrência e a universalidade do serviço público.

Outro debate recorrente no setor refere-se à possibilidade de ocorrência de subsídios cruzados. Sob o regime anterior, a compensação integral da energia gerada poderia implicar a transferência indireta de parte dos custos do sistema elétrico para consumidores que não possuem geração própria. A Lei nº 14.300/2022 buscou mitigar essa preocupação ao estabelecer a cobrança progressiva pelo uso da rede, procurando equilibrar o estímulo às fontes renováveis com a sustentabilidade econômica do sistema elétrico.

No plano federativo, é apontado como fator de sensibilidade a coexistência entre normas federais e legislações estaduais. A política de isenção do ICMS, embora amparada pelo Convênio ICMS 16/2015 do CONFAZ, depende da adesão e regulamentação individual por cada unidade federativa. Goiás, como será exposto, tem adotado posição favorável à expansão da GD, mas enfrenta dificuldades na harmonização normativa entre seus diversos órgãos reguladores, fiscais e ambientais (ABSOLAR, 2023).

Também persistem lacunas regulatórias relacionadas à geração compartilhada, especialmente no que se refere a cooperativas e consórcios solares. Questões como responsabilidade solidária, governança, rateio de custos e tratamento tributário ainda demandam maior detalhamento infralegal. Embora a Lei nº 14.300/2022 reconheça formalmente essas modalidades, a ausência de regulamentação mais específica pode comprometer sua consolidação e atratividade.

A análise crítica do arranjo regulatório da geração distribuída pós-Lei nº 14.300/2022 não pode prescindir de uma reflexão sobre os limites constitucionais que a jurisprudência do Supremo Tribunal Federal vem impondo à atuação do Estado e dos agentes privados nesse setor. O julgamento da ADPF 708, em que o STF reconheceu a natureza supralegal do Acordo de Paris e sua vinculação à tutela de direitos fundamentais, tem implicações que vão além da política climática em sentido estrito: ao afirmar que os compromissos internacionais de descarbonização integram o núcleo de proteção dos direitos fundamentais ao meio ambiente e à vida digna, o Tribunal forneceu fundamento constitucional para questionar normas ou práticas regulatórias que, sem justificativa proporcional, restrinjam ou dificultem o acesso à geração de energia limpa.

Nessa perspectiva, as condutas das distribuidoras de energia elétrica que, como documentado pela Câmara dos Deputados (2025), têm indeferido pedidos de conexão com fundamento em interpretações restritivas das normas da ANEEL, podem configurar não apenas violação dos princípios da universalidade e continuidade do serviço público, consagrados no

art. 6º da Lei nº 8.987/1995, mas também afronta a direito fundamental de acesso a energia limpa, tal como reconhecido no âmbito da ADPF 708.

A omissão da ANEEL na fiscalização e coibição dessas práticas configura, por sua vez, falha regulatória com dimensão constitucional, passível de questionamento por meio dos instrumentos de controle da omissão administrativa, incluindo a ação civil pública e o mandado de injunção coletivo. Trata-se de argumento que, embora não tenha sido plenamente explorado pela doutrina do setor elétrico, decorre diretamente da linha jurisprudencial inaugurada pelo STF no julgamento da referida ADPF.

Outro aspecto que demanda atenção normativa diz respeito à destinação ambientalmente adequada dos resíduos provenientes do descarte futuro dos módulos fotovoltaicos. Com a previsão de obsolescência de milhões de painéis nas próximas décadas, torna-se cada vez mais relevante o desenvolvimento de políticas voltadas à logística reversa, ao reaproveitamento de componentes e à responsabilidade pós-consumo no setor.

Por último, o desenvolvimento sustentável da geração distribuída depende não apenas da regulação jurídica, mas também da articulação entre instrumentos regulatórios, incentivos econômicos e estratégias de planejamento energético de longo prazo.

Nesse cenário, as críticas dirigidas à Lei nº 14.300/2022 não representam necessariamente uma rejeição ao novo marco legal. Elas evidenciam desafios institucionais e regulatórios próprios do processo de expansão da geração distribuída no Brasil, razão pela qual se mostra pertinente questionar se o atual arranjo regulatório é suficiente para sustentar o crescimento do setor e promover, de forma equilibrada, os objetivos econômicos, ambientais e sociais associados à transição energética.

4.2 O marco regulatório da micro e minigeração distribuída no Estado de Goiás

Sob a perspectiva regional, os desafios inerentes ao arranjo regulatório da geração distribuída assumem contornos ainda mais relevantes no Estado de Goiás, onde, apesar do significativo potencial para a expansão da energia solar, persistem desigualdades socioeconômicas que limitam o acesso de parcelas da população aos benefícios desse modelo energético.

Dessa forma, a ausência de mecanismos mais robustos de inclusão energética pode contribuir para a concentração dos ganhos econômicos em grupos com maior capacidade de investimento, reforçando assimetrias já existentes. Em outras palavras, a plena efetividade da Lei nº 14.300/2022, no âmbito estadual, depende da articulação entre o marco regulatório

nacional e políticas públicas locais capazes de promover a democratização do acesso à geração distribuída, de modo a alinhar a expansão do setor aos objetivos constitucionais de redução das desigualdades sociais e de promoção do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, como ponto de partida, verifica-se que a Constituição do Estado de Goiás incorpora diretrizes voltadas à proteção do meio ambiente e ao incentivo ao desenvolvimento sustentável, estabelecendo parâmetros que orientam a atuação do poder público na gestão dos recursos naturais e na formulação de políticas públicas direcionadas à sustentabilidade.

Exemplo disso é a instituição, por meio do art. 136-A da Constituição Estadual, do Fundo de Estabilização Econômica de Goiás – FEG, vinculado à Secretaria de Estado da Economia e destinado, entre outras finalidades, à realização de investimentos que promovam o crescimento econômico aliado à sustentabilidade no Estado.

A previsão constitucional de instrumentos voltados ao financiamento de iniciativas sustentáveis evidencia o compromisso do ordenamento jurídico estadual com a integração entre crescimento econômico e responsabilidade ambiental, em consonância com as diretrizes estabelecidas pela Constituição Federal de 1988, especialmente com o disposto no art. 225, que reconhece o meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito de todos e dever do poder público e da coletividade.

A partir desse arcabouço constitucional, criam-se condições institucionais para a implementação de políticas públicas relacionadas à transição energética e ao fortalecimento do uso de fontes renováveis, como a energia solar fotovoltaica. Nesse contexto, torna-se possível compreender a adoção, pelo Estado, de iniciativas e programas voltados ao incentivo da energia solar e à ampliação da participação dessa fonte na matriz energética regional.

4.2.1 Lei Estadual nº 22.579/2024 – Política Estadual de Incentivo à Transição Energética

No âmbito das políticas públicas voltadas à sustentabilidade energética, destaca-se no Estado de Goiás a Lei nº 22.579, de 22 de março de 2024, que institui a Política Estadual de Incentivo à Transição Energética. A norma tem como objetivo estimular a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis, visando à redução das emissões de gases de efeito estufa, ao combate ao aquecimento global e à ampliação da participação de fontes renováveis na matriz energética estadual.

Entre os objetivos dessa política, destaca-se o incentivo à utilização e à ampliação da capacidade de geração de fontes renováveis, especialmente energia eólica, solar, hidráulica, biomassa e geotérmica, bem como o estímulo ao desenvolvimento de novas tecnologias

voltadas à geração, à distribuição e ao uso de energia limpa, inclusive com vistas à mitigação dos efeitos do aquecimento global.

Para viabilizar essas diretrizes, a legislação prevê que o Poder Executivo poderá desenvolver programas e projetos destinados a incentivar a adoção de fontes de energia sustentáveis, promover a eficiência energética e fomentar pesquisas e inovações tecnológicas voltadas à transição energética, além de possibilitar a criação de mecanismos de incentivo e financiamento para a cadeia produtiva vinculada às energias renováveis.

Não obstante a relevância simbólica e institucional da Lei nº 22.579/2024, sua análise crítica revela que se trata de diploma de eficácia jurídica limitada, no sentido atribuído por José Afonso da Silva (2013) às normas constitucionais e legais de caráter programático: ela enuncia objetivos e autoriza o Poder Executivo a adotar medidas, mas não cria obrigações de resultado, não estabelece metas quantificáveis, não fixa prazos para implementação e não institui mecanismos de controle e responsabilização por eventual omissão.

Como exemplo, a reiterada utilização do verbo modal "poderá", em substituição ao imperativo "deverá", revela uma técnica legislativa que transforma deveres constitucionais de promoção do desenvolvimento sustentável em meras faculdades administrativas, esvaziando a força normativa do texto.

Essa fragilidade é particularmente crítica quando se considera que a lei não prevê indicadores de monitoramento, relatórios periódicos de prestação de contas, participação de órgãos de controle externo ou mecanismos de participação social na avaliação de sua implementação. Ou seja, a ausência desses instrumentos reduz a norma a uma declaração de intenções sem exigibilidade jurídica, tornando-a vulnerável à omissão administrativa sistemática, risco que se agrava diante da histórica assimetria entre a capacidade de pressão dos grandes agentes do setor energético e a dos consumidores vulneráveis que a lei pretende proteger.

Para que a Política Estadual de Incentivo à Transição Energética produza efeitos concretos alinhados aos objetivos da ordem constitucional econômica, seria necessário que o legislador estadual a densificasse por meio de decretos regulamentadores que estabeleçam obrigações de resultado, prazos e mecanismos de responsabilização, densificação que, até a conclusão desta pesquisa, não havia sido realizada.

4.2.2 Programa Goiás Solar

Um dos marcos fundamentais na estruturação da política estadual de fomento foi a criação do Programa Estadual para o Desenvolvimento da Energia Solar Fotovoltaica (Programa Goiás Solar), instituído pelo Decreto nº 8.892, de 17 de fevereiro de 2017. O programa foi concebido com o propósito de impulsionar a geração distribuída por fonte solar em todo o território goiano, promovendo a diversificação da matriz energética, o aumento da segurança no abastecimento de energia e a geração de emprego e renda, mediante o desenvolvimento de uma cadeia produtiva vinculada à energia solar fotovoltaica.

Entre os eixos de atuação do Goiás Solar destacam-se a desburocratização dos processos de licenciamento ambiental, a capacitação de mão de obra especializada, a atração de investimentos, o estímulo à inovação tecnológica e o fortalecimento de arranjos produtivos locais. Essas diretrizes visam não apenas expandir a geração de energia solar, mas também consolidar um setor econômico competitivo, gerador de empregos e promotor do desenvolvimento regional (GOVERNO DE GOIÁS, 2024).

Para tanto, o programa busca ampliar o uso da energia solar em áreas urbanas e rurais, contribuindo para a diversificação da matriz energética estadual e para o fortalecimento da segurança no abastecimento de energia. Prevê, ainda, o incentivo à autoprodução de energia elétrica por meio de sistemas de microgeração e minigeração distribuída, bem como o estímulo à implantação de usinas solares em regiões com maior potencial de geração.

Além disso, a norma estabelece mecanismos de articulação institucional entre órgãos públicos, instituições de pesquisa e entidades do setor produtivo, sob a coordenação do órgão ambiental estadual, bem como instrumentos voltados à redução de entraves regulatórios, à ampliação do acesso a linhas de crédito e ao incentivo à instalação de empreendimentos e unidades produtivas do setor solar no Estado.

Destaca-se, ainda, a criação do Comitê Estadual de Energia Solar Fotovoltaica, responsável pela formulação de diretrizes e pelo acompanhamento das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento do setor no Estado de Goiás.

4.2.3 Isenção do ICMS

Entre os instrumentos utilizados pelo poder público para estimular a expansão da energia solar, ocupa papel de relevância a isenção do ICMS incidente sobre a energia elétrica compensada no âmbito da geração distribuída produzida por microgeração e minigeração.

Instituída por meio do Convênio ICMS nº 16/2015, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), a regra foi internalizada e regulamentada no Estado de Goiás por meio

do Regulamento do Código Tributário do Estado de Goiás (RCTE), aprovado pelo Decreto nº 4.852/1997, notadamente no inciso CXLVIII do art. 6º do Anexo IX, nos seguintes termos:

Art. 6º São isentos do ICMS:

[...]

CXLVIII - o fornecimento de energia elétrica pela distribuidora à unidade consumidora na quantidade correspondente à soma da energia elétrica injetada na rede de distribuição pela mesma unidade consumidora com os créditos de energia ativa originados na própria unidade consumidora no mesmo mês, em meses anteriores ou em outra unidade consumidora do mesmo titular, nos termos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, estabelecido pela Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, ficando mantido o crédito, desde que observados os procedimentos previstos em Ajuste SINIEF e, ainda, o seguinte (Convênio ICMS 16/15):

- a) o benefício aplica-se somente à compensação de energia elétrica produzida por microgeração e minigeração, conforme definidas na referida resolução;
- b) o benefício não se aplica ao custo de disponibilidade, à energia reativa, à demanda de potência, aos encargos de conexão ou de uso do sistema de distribuição e a quaisquer outros valores cobrados pela distribuidora.

Segundo a ABSOLAR (2023), essa medida, ao afastar a incidência do imposto estadual sobre a energia elétrica compensada no Sistema de Compensação de Energia Elétrica, aumenta a atratividade econômica dos investimentos no setor.

Ademais, segundo Costa e Santos (2017, p. 46), a isenção do imposto pode reduzir em até 20% o tempo de retorno do investimento (*payback*), tornando o sistema mais acessível para consumidores residenciais e pequenas empresas, especialmente em regiões interioranas. Isso se explica pelo fato de que a desoneração do ICMS incide especificamente sobre a energia elétrica injetada na rede de distribuição e posteriormente compensada no consumo do mesmo titular, no âmbito do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), desde que respeitados os limites e condições previstos na regulamentação aplicável.

Contudo, a despeito de sua relevância econômica, a isenção do ICMS sobre a energia elétrica compensada no âmbito da geração distribuída apresenta uma fragilidade jurídica estrutural que a análise meramente econômica tende a subvalorizar: seu fundamento normativo é um convênio do CONFAZ, qual seja, o Convênio ICMS nº 16/2015, instrumento que pode ser revogado ou alterado por deliberação majoritária dos Estados-membros, sem exigência de quórum qualificado e sem as garantias processuais que o processo legislativo formal confere à produção normativa.

Ao contrário de uma isenção fiscal concedida por lei estadual, que se incorpora à ordem jurídica com maior estabilidade e cujo afastamento demanda a observância do princípio da irretroatividade tributária (art. 150, inciso III, CF/1988), o convênio CONFAZ é suscetível de

modificação por via administrativa, criando incerteza quanto à perenidade do incentivo.

Essa instabilidade é especialmente problemática do ponto de vista da proteção à confiança legítima dos investidores. Como observado anteriormente, os sistemas fotovoltaicos são investimentos de longo prazo, com prazo de retorno de cinco a sete anos e vida útil superior a 25 anos. A viabilidade econômica de parcela significativa desses investimentos foi calculada levando em conta a isenção do ICMS como benefício permanente, o que significa que uma eventual revogação do Convênio ICMS 16/2015, mesmo prospectiva, poderia frustrar expectativas legítimas de consumidores que tomaram suas decisões de investimento com base nessa premissa.

Nesse contexto, a conversão do benefício em isenção prevista em lei estadual formal, a exemplo do que fez Minas Gerais com a Lei Estadual nº 23.762/2021, analisada no Capítulo 5, representaria um avanço significativo na segurança jurídica do setor em Goiás, conferindo ao benefício a estabilidade necessária para sustentar uma política de longo prazo de expansão da geração distribuída com viés inclusivo.

4.2.4 Decreto nº 10.579/2024

Ainda, no âmbito das políticas públicas estaduais voltadas à transição energética, destaca-se o Decreto nº 10.579, de 18 de novembro de 2024, que promove alterações no Regulamento do Código Tributário do Estado de Goiás (RCTE), com a finalidade de instituir mecanismos de incentivo fiscal relacionados à geração de energia a partir de fontes renováveis.

A norma estabelece o diferimento do pagamento do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) incidente sobre o diferencial de alíquotas devido na aquisição interestadual, bem como sobre a importação de máquinas, equipamentos e materiais, sem similar nacional, destinados à captação, geração e transmissão de energia solar ou eólica, além da geração de energia a partir de biogás, desde que incorporados ao ativo imobilizado de estabelecimentos geradores instalados no Estado.

A fruição do benefício fiscal está condicionada à celebração de Termo de Acordo de Regime Especial (TARE) com a Secretaria de Estado da Economia, instrumento no qual são estabelecidas as condições específicas para sua utilização. O decreto dispõe, ainda, que o imposto diferido deverá ser recolhido no momento da desincorporação dos bens do ativo imobilizado ou até 31 de dezembro de 2032, o que ocorrer primeiro, bem como prevê hipóteses de perda do benefício, como a destinação dos bens a terceiros ou sua transferência para outra unidade da Federação, ocasião em que o ICMS será exigido com os acréscimos legais.

Adicionalmente, a norma delimita restrições à aplicação do diferimento, estabelecendo que o benefício não se estende às prestações de serviço de transportes relacionados às operações, nem às mercadorias sujeitas ao regime de substituição tributária, além de vedar a restituição ou compensação de valores já recolhidos.

Sob a perspectiva do direito econômico, o diferimento do ICMS configura instrumento de política tributária voltado à redução do custo inicial dos investimentos em infraestrutura energética, ao postergar o recolhimento do tributo e favorecer a implantação de empreendimentos voltados à geração de energia renovável. Trata-se, portanto, de mecanismo de intervenção estatal indutora, orientado à promoção do desenvolvimento econômico sustentável e à ampliação da participação de fontes limpas na matriz energética estadual.

Contudo, em que pese sua pertinência como instrumento de indução econômica na acepção de Eros Grau (2010), o Decreto nº 10.579/2024 apresenta um viés estrutural concentrador que merece explicitação crítica. O diferimento do ICMS sobre a aquisição interestadual e a importação de máquinas e equipamentos destinados à geração solar beneficia, por sua própria natureza, apenas agentes econômicos que incorporam bens ao ativo imobilizado de estabelecimentos geradores, perfil que corresponde a empreendimentos de médio e grande porte, como usinas solares, cooperativas agrícolas capitalizadas e empresas do setor industrial e comercial.

Assim, o consumidor residencial de baixa renda, o pequeno produtor rural de subsistência e o microempreendedor individual não se enquadram nesse perfil e, portanto, estão excluídos do alcance do benefício. Essa exclusão, por sua vez, não é juridicamente neutra. Ela revela que, embora o decreto esteja formalmente alinhado ao princípio da promoção do desenvolvimento sustentável (art. 170, inciso VI, CF/1988), produz efeitos distributivos contrários ao princípio da redução das desigualdades regionais e sociais (art. 3º, inciso III, CF/1988), ao concentrar os incentivos nos agentes com maior capacidade de investimento.

Em outros termos, trata-se de instrumento de intervenção por indução que induz eficientemente o comportamento dos agentes que já participam do mercado formal de energia, mas que é estruturalmente indiferente à inclusão dos excluídos. Para que o decreto fosse coerente com os objetivos da ordem constitucional econômica em sua integralidade, seria necessário complementá-lo com mecanismos de acesso diferenciado para consumidores vulneráveis, tais como subsídios diretos, fundos garantidores ou financiamento subsidiado para sistemas residenciais de pequeno porte, instrumentos que o texto do decreto não contempla e que o arcabouço normativo estadual ainda não oferece de forma estruturada.

4.2.5 Normas estaduais de incidência indireta e sua relevância para o fomento à energia solar fotovoltaica

Além dos normativos já mencionados, cabe relacionar diplomas estaduais que, embora não se apliquem diretamente à energia solar fotovoltaica, possuem relevância para a compreensão do ambiente jurídico-institucional em que se insere sua expansão. Tais normas não disciplinam aspectos técnicos, operacionais ou tarifários da geração distribuída de energia elétrica, mas desempenham função estruturante ao estabelecer diretrizes, princípios e instrumentos econômicos voltados ao desenvolvimento sustentável e à transição para uma matriz energética mais limpa.

Sob essa ótica, destacam-se o Decreto nº 9.130/2017, que institui o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PEPSA), a Lei nº 23.314/2025, que estabelece a Política Estadual de Serviços Ambientais, e a Lei nº 22.534/2024, que cria o Selo Investimento Verde. Em conjunto, tais diplomas conformam um arcabouço normativo de incidência indireta, mas altamente relevante para o fomento à energia solar no Estado de Goiás.

A Lei nº 23.314/2025, ao definir serviços ambientais como os benefícios gerados por ações humanas voltadas à preservação, conservação, recuperação ou uso sustentável dos recursos naturais, fornece base conceitual para o enquadramento da geração de energia solar como atividade geradora de externalidades ambientais positivas. Nesse sentido, a produção de energia a partir de fonte solar contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa, para a diversificação da matriz energética e para a promoção do desenvolvimento sustentável, inserindo-se, portanto, no campo material de incidência da política estadual.

De igual modo, o Decreto nº 9.130/2017, ao estruturar o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, estabelece diretrizes voltadas à economia de baixo carbono, à valorização de práticas sustentáveis e ao uso de instrumentos econômicos como indutores de condutas ambientalmente adequadas. Embora não mencione expressamente a energia solar, cria um ambiente institucional favorável à sua expansão ao incentivar iniciativas voltadas à mitigação das mudanças climáticas e à formação de uma matriz energética mais limpa.

Por sua vez, a Lei nº 22.534/2024 evidencia de forma mais explícita a relação entre sustentabilidade e atividade econômica ao instituir o Selo Investimento Verde e reconhecer, expressamente, projetos de energia renovável – inclusive a geração solar – como aptos à certificação e ao incentivo. Essa previsão reforça o papel da energia solar como vetor de desenvolvimento sustentável, capaz de atrair investimentos e impulsionar a economia verde no

âmbito estadual.

Dessa forma, conclui-se que quanto maior a densidade normativa voltada à promoção do desenvolvimento sustentável, mais favorável tende a ser o ambiente jurídico-institucional para a expansão da energia solar fotovoltaica, na medida em que tais instrumentos, ainda que de incidência indireta, contribuem para a consolidação de políticas públicas, incentivos econômicos e mecanismos de valorização das fontes energéticas limpas.

4.3 Políticas públicas para pequenos produtores rurais e consumidores residenciais

A popularização da geração distribuída de energia solar fotovoltaica ainda enfrenta importantes barreiras, sobretudo quando se trata da inclusão de pequenos produtores rurais e consumidores residenciais de baixa renda, segmentos que não conseguem acessar o sistema sem apoio governamental estruturado.

Diferentemente dos grandes empreendimentos empresariais ou das usinas de geração centralizada, os pequenos produtores e consumidores domésticos não possuem, em geral, recursos próprios para o investimento inicial necessário à instalação dos sistemas fotovoltaicos. Embora o retorno financeiro a médio e longo prazo seja considerado evidente nos dias atuais, a barreira de entrada imposta pelo custo inicial é determinante para a exclusão desses agentes do processo de transição energética.

Pesquisas indicam que, no Brasil, em 2026, o custo médio de instalação de um sistema fotovoltaico residencial pode variar de R\$ 18 mil a R\$ 55 mil, dependendo do consumo energético, da quantidade de equipamentos necessários e das características da instalação (SOHNE, 2026). A despeito dos benefícios observados a longo prazo, tal valor ainda representa um comprometimento significativo para famílias de renda média e baixa, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Norte, o que reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à ampliação do acesso a essa tecnologia.

Nesse cenário, o acesso ao crédito com condições favoráveis torna-se uma ferramenta imprescindível para democratizar a energia solar. Contudo, observa-se que, apesar da existência de linhas de financiamento oferecidas por instituições como o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e o BNDES, a maioria delas impõe exigências rígidas de garantias, taxas elevadas ou prazos curtos, o que dificulta o atendimento de uma parcela significativa da população (DINIZ, 2017).

Ademais, programas estaduais e municipais de fomento ao crédito para energia solar ainda são escassos e pouco articulados. Em Goiás, como visto, embora haja iniciativas como o

Programa Goiás Solar e algumas parcerias pontuais com cooperativas de crédito, observa-se a ausência de uma política pública contínua e estruturada que viabilize o acesso ao crédito em condições compatíveis com a realidade dos pequenos produtores e das famílias de menor renda (SECIMA, 2017).

No plano empírico, ainda que de forma embrionária, algumas iniciativas implementadas no âmbito estadual evidenciam a viabilidade da inclusão energética por meio da energia solar fotovoltaica. A esse respeito, a experiência do Programa Casa Solar, desenvolvido pela Agência Goiana de Habitação (AGEHAB), demonstra que a utilização de sistemas fotovoltaicos em unidades habitacionais destinadas a famílias de baixa renda pode proporcionar redução de até 60% nos custos com energia elétrica, contribuindo diretamente para a melhoria das condições de vida e para a ampliação da capacidade de consumo dessas famílias (AGEHAB, 2018).

Não obstante a relevância de iniciativas dessa natureza, a ausência de garantias reais, de histórico bancário consolidado e de formalização de renda impede que muitos pequenos agricultores e moradores das periferias urbanas tenham acesso ao financiamento. Para superar essas barreiras, é necessário que o poder público atue como agente indutor do crédito, por meio da criação de fundos garantidores, da concessão de subsídios, da equalização de taxas de juros e da ampliação de parcerias com instituições financeiras regionais.

Segundo análise da ABSOLAR (2023), a ampliação do acesso ao crédito para sistemas de energia solar em pequenas propriedades não apenas promove justiça energética, mas também gera efeitos positivos sobre a inclusão produtiva, a segurança alimentar e o fortalecimento da agricultura familiar, fomentando o desenvolvimento econômico e regional.

Estudos recentes demonstram que a instalação de sistemas solares em unidades rurais familiares melhora a eficiência produtiva, possibilita a mecanização de processos, a conservação de alimentos e o bombeamento de água para irrigação e dessedentação de rebanhos, reduzindo custos com diesel e aumentando a autonomia energética das propriedades (JORDÃO et al., 2020).

Em áreas urbanas, a energia solar também pode ser um vetor de desenvolvimento. Residências com sistema fotovoltaico passam a economizar na conta de energia, o que gera renda disponível para outras despesas essenciais, como alimentação, saúde e educação. Em bairros periféricos, essa economia pode representar uma melhoria significativa na qualidade de vida das famílias (FERREIRA et al., 2018).

Entretanto, é preciso considerar que o incentivo ao crédito não deve ocorrer de forma isolada. Ele deve vir acompanhado de ações de capacitação técnica, suporte pós-instalação e campanhas educativas, de modo que o pequeno produtor e o consumidor residencial

compreendam os benefícios, os cuidados e o funcionamento do sistema solar. Sem esse suporte, há risco de abandono ou má utilização dos equipamentos, comprometendo o sucesso da política pública (PEREIRA et al., 2015).

Uma boa prática a ser considerada é o fomento à criação de cooperativas de crédito e de consumo de energia solar, como já ocorre em alguns municípios brasileiros. Essas cooperativas permitem a diluição de custos, o acesso coletivo a equipamentos e o fortalecimento da organização comunitária, promovendo o desenvolvimento local e o empoderamento social (BRASIL, 1971).

Além disso, há espaço para políticas municipais de incentivo direto, como a concessão de kits fotovoltaicos a famílias em situação de vulnerabilidade social, por meio de programas de habitação popular, e o estímulo à criação de zonas energéticas sustentáveis, com isenção de tributos e prioridade nos programas habitacionais.

O Estado de Goiás, por dispor de condições climáticas excepcionais e vocação agrícola expressiva, reúne todas as condições para se tornar referência nacional em inclusão energética pela via solar. Para tanto, é fundamental que a política de fomento à geração distribuída seja acompanhada de um eixo específico voltado à justiça energética e à universalização do acesso aos sistemas fotovoltaicos.

É nesse sentido que a ampliação do acesso ao crédito se revela como política transversal, integrando os objetivos de sustentabilidade ambiental, desenvolvimento regional, combate à pobreza e modernização da matriz energética. A energia solar, quando efetivamente democratizada, possui potencial transformador, especialmente em territórios historicamente excluídos dos benefícios da infraestrutura energética.

Portanto, as políticas públicas para pequenos produtores e consumidores residenciais não podem ser tratadas como um apêndice do planejamento energético, mas sim como elemento estruturante de uma estratégia de transição energética justa, participativa e regionalmente integrada. A ampliação do crédito, acompanhada de capacitação e articulação interinstitucional, é o caminho para tornar a energia solar um direito e não um privilégio.

5 DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA A EXPANSÃO DA ENERGIA SOLAR EM GOIÁS

5.1 Desafios técnicos e infraestrutura energética

A consolidação da energia solar fotovoltaica no Estado de Goiás não depende apenas da manutenção de incentivos fiscais e da atratividade econômica dos sistemas, mas também da superação de relevantes desafios técnicos, regulatórios e estruturais. Entre esses desafios, destacam-se a capacidade da rede elétrica de absorver, de forma eficiente e segura, o crescimento da geração distribuída, bem como a necessidade de planejamento adequado para a integração dessa fonte com outras matrizes energéticas renováveis, como a biomassa e a energia eólica.

Conforme destacado anteriormente, a geração distribuída em Goiás tem apresentado crescimento expressivo, impulsionado por fatores como a elevada incidência solar, a implementação de políticas públicas estaduais – a exemplo do Programa Goiás Solar – e a adoção de incentivos econômicos, como a isenção do ICMS sobre a energia elétrica compensada. Esses fatores contribuem para a consolidação de um ambiente favorável à expansão da energia solar, ainda que persistam desafios estruturais a serem enfrentados para a sua plena integração ao sistema energético estadual.

Apesar desse cenário, a expansão acelerada dessa modalidade tem imposto novos desafios técnicos à infraestrutura elétrica, especialmente nos níveis de distribuição. Isso porque o sistema elétrico brasileiro foi historicamente estruturado para operar de forma centralizada, com fluxos unidirecionais de energia partindo de grandes usinas até os centros consumidores. Com o avanço da geração distribuída fotovoltaica, a rede passa a operar com múltiplos pontos de injeção de energia, exigindo um modelo bidirecional que pressiona a configuração tradicional do sistema.

Nesse contexto, a alegação de que o sistema elétrico brasileiro não estaria plenamente preparado para absorver a expansão da geração distribuída em ritmo acelerado tem servido de fundamento para que concessionárias de distribuição de energia elétrica adotem, em diversos casos, medidas que, na prática, restringem ou dificultam a conexão de novos sistemas de micro e minigeração distribuída à rede elétrica. Há relatos de indeferimento de pedidos de conexão com base em interpretações restritivas de normas da Agência Nacional de Energia Elétrica (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2025).

Sob o prisma jurídico, essas condutas extrapolam o campo meramente técnico-operacional e ingressam no domínio das garantias constitucionais e legais dos usuários do serviço público. O princípio da universalidade, consagrado no art. 6º da Lei nº 8.987/1995 como diretriz estruturante dos serviços concedidos, impõe às distribuidoras a obrigação de garantir o acesso de todos os potenciais usuários à rede elétrica, sem discriminações injustificadas.

Portanto, o indeferimento ou a procrastinação de pedidos de conexão de sistemas fotovoltaicos com fundamento em interpretações administrativas expansivas, que vão além do que a regulamentação da ANEEL efetivamente exige, configura violação do princípio da universalidade do serviço público, passível de responsabilização perante a própria ANEEL, mediante instauração de procedimento administrativo sancionador, e perante o Poder Judiciário, por meio de ação civil pública ajuizada pelo Ministério Público ou por entidade de defesa do consumidor.

A omissão da ANEEL na fiscalização sistemática dessas práticas configura, adicionalmente, falha regulatória com dimensão constitucional. A agência reguladora, na qualidade de autarquia federal investida de poder de polícia sobre o setor elétrico, tem o dever funcional de garantir o cumprimento das normas que impõem às distribuidoras a obrigação de processar os pedidos de conexão de micro e minigeradores dentro dos prazos e condições regulatórios.

Ademais, a tolerância institucional com condutas que restringem o direito de acesso à geração distribuída, direito este que, como visto, encontra fundamento constitucional no art. 225 e nos compromissos climáticos internacionais incorporados ao ordenamento jurídico brasileiro, é incompatível com a função regulatória que a Constituição Federal (art. 174) atribui ao Estado como agente normativo e regulador da atividade econômica.

Essa transformação implica na necessidade de investimentos em automação da rede, medição inteligente, controle de tensão e gestão ativa de carga. A ANEEL alerta que, em regiões onde a geração distribuída já representa uma parcela significativa da capacidade instalada, há riscos de sobrecarga local, flutuações de tensão e aumento das perdas técnicas, caso a infraestrutura não esteja devidamente preparada. Tais desafios tendem a se intensificar em áreas rurais e periferias urbanas, onde a rede elétrica é frequentemente mais frágil e menos modernizada, dificultando a integração eficiente de novos sistemas fotovoltaicos.

Além disso, o próprio modelo tarifário enfrenta questionamentos diante da necessidade de redistribuição dos custos da infraestrutura elétrica, uma vez que a expansão da geração distribuída reduz a arrecadação das distribuidoras sem eliminar sua responsabilidade pela manutenção da rede. Esse impasse técnico-regulatório pode comprometer a sustentabilidade

financeira do setor elétrico e afetar a previsibilidade de investimentos, caso não sejam adotadas soluções equilibradas que combinem eficiência, justiça fiscal e segurança energética.

Outro aspecto relevante diz respeito à necessidade de integração da energia solar com outras fontes renováveis, como a biomassa e a eólica, de modo a mitigar a intermitência característica da geração fotovoltaica. A biomassa apresenta a vantagem de ser despachável, ou seja, sua geração pode ser controlada conforme a demanda, utilizando resíduos agrícolas, florestais e agroindustriais abundantes no estado de Goiás. Essa complementaridade é estratégica não apenas para garantir a estabilidade do fornecimento, mas também para valorizar os recursos naturais e a vocação agropecuária do estado.

A energia eólica também pode desempenhar um papel relevante, mesmo que seu potencial em Goiás seja inferior ao de estados do Nordeste. Estudos indicam que a variabilidade sazonal da energia solar tende a ser inversamente proporcional à da energia eólica – o que favorece a formação de uma matriz híbrida e sinérgica. A integração dessas fontes exige, contudo, uma rede elétrica moderna, capaz de acomodar diferentes perfis de geração e responder dinamicamente às oscilações de oferta e demanda.

A adoção de sistemas híbridos, que combinem energia solar, biomassa e eólica, associada a tecnologias de armazenamento de energia, pode aumentar significativamente a autonomia e a confiabilidade da geração distribuída. O avanço da pesquisa aplicada, aliado a políticas públicas que incentivem a inovação e a eficiência energética, pode ampliar consideravelmente a capacidade técnica da infraestrutura elétrica estadual.

Persistem, contudo, entraves institucionais relevantes, como a ausência de padronização técnica para a conexão de múltiplos sistemas, a morosidade na atualização das normas regulatórias e a resistência de determinadas concessionárias. Esse cenário evidencia a necessidade de uma atuação regulatória mais efetiva, capaz de assegurar segurança jurídica, previsibilidade e equilíbrio entre os diferentes agentes do setor.

A superação desses desafios demanda atuação coordenada entre poder público, distribuidoras, consumidores e agentes produtivos. Investimentos em infraestrutura, capacitação técnica, estímulo à pesquisa e planejamento energético regional são medidas essenciais para garantir a sustentabilidade da expansão da energia solar no Estado.

Dessa forma, os desafios técnicos e de infraestrutura não devem ser compreendidos como entraves, mas como oportunidades para o aprimoramento do sistema elétrico e para a consolidação de uma matriz energética mais limpa, descentralizada e segura. Ao reconhecer essas limitações e adotar soluções inovadoras, o Estado de Goiás pode firmar-se como referência nacional na geração de energia solar.

5.2 Desafios econômicos e financeiros

Para além das barreiras individuais de acesso já analisadas, o avanço da energia fotovoltaica em Goiás suscita desafios de natureza econômico-financeira estrutural, especialmente no que se refere à organização e à sustentabilidade do setor elétrico. O crescimento dessa modalidade impacta diretamente a dinâmica econômica do sistema, notadamente na repartição dos custos de manutenção da rede e no equilíbrio financeiro das concessionárias de distribuição.

Nesse cenário, a ampliação da geração distribuída tensiona o modelo tradicional de financiamento da infraestrutura elétrica, uma vez que reduz a arrecadação das distribuidoras sem afastar sua responsabilidade pela operação, manutenção e expansão da rede. Tal circunstância impõe a necessidade de reavaliação dos mecanismos tarifários e dos instrumentos de compensação, a fim de assegurar equilíbrio econômico, eficiência regulatória e justiça na alocação dos custos entre os usuários do sistema.

O debate sobre a sustentabilidade econômico-financeira do setor elétrico passa, portanto, pela análise do atual modelo tarifário, especialmente no contexto da geração distribuída. A possibilidade de formação de subsídios cruzados – em que consumidores sem geração própria passam a suportar parte dos custos da rede utilizados por aqueles que geram sua própria energia – revela a complexidade da estrutura econômica do sistema e a necessidade de ajustes regulatórios.

De acordo com estudos realizados por Burger e Luke (2017), os custos dos equipamentos fotovoltaicos vêm apresentando redução contínua em razão do avanço tecnológico e do aumento da produção global. Ainda assim, a diminuição dos custos não elimina os desafios relacionados à sustentabilidade do modelo de expansão da geração distribuída, sobretudo em sistemas historicamente estruturados sob lógica centralizada.

A questão dos subsídios cruzados entre consumidores com e sem geração distribuída, introduzida nesta seção sob o prisma econômico-financeiro, merece também uma análise jurídica que vai além da constatação de sua existência. Do ponto de vista constitucional, a formação de subsídios cruzados em que consumidores sem geração própria, majoritariamente os de menor renda, passam a suportar parte dos custos da rede elétrica utilizada pelos geradores distribuídos suscita sérias questões de compatibilidade com o princípio da isonomia (art. 5º, caput, CF/1988) e com o princípio da modicidade tarifária, este último derivado do regime publicístico do serviço de energia elétrica e expressamente previsto no art. 6º, §1º, da Lei nº

8.987/1995 como diretriz a ser observada na prestação dos serviços concedidos.

O princípio da isonomia, no contexto tarifário, não exige apenas a igualdade formal entre os usuários do serviço público, mas a igualdade material na distribuição dos encargos que sustentam a infraestrutura coletiva. Um modelo em que os custos fixos da rede são crescentemente suportados pelos consumidores de menor renda, que não têm capacidade de instalar geração própria, enquanto os de maior renda reduzem sua contribuição por meio da compensação energética, é estruturalmente regressivo e, como tal, potencialmente inconstitucional à luz dos princípios da razoabilidade e da proporcionalidade, que decorrem diretamente do devido processo legal substantivo consagrado no art. 5º, inciso LIV, da Constituição Federal de 1988, e orientam a atuação estatal na fixação de encargos e tarifas de serviços públicos.

A adequação da estrutura de subsídios cruzados da geração distribuída a esses parâmetros constitucionais é questão que ainda não recebeu resposta definitiva do Poder Judiciário e que tende a se tornar objeto de litígios à medida que a penetração da geração distribuída avance e os efeitos redistributivos se tornem mais perceptíveis nas faturas dos consumidores de menor renda.

Barros (2014) observa que o tempo médio de retorno do investimento (*payback*) para sistemas residenciais em Goiás varia entre cinco e sete anos. Embora esse indicador seja positivo sob a perspectiva individual, sua análise isolada não é suficiente para avaliar os impactos econômicos sistêmicos decorrentes da expansão da geração distribuída.

A necessidade de desenvolvimento de instrumentos financeiros mais adequados à realidade da geração distribuída também se impõe como desafio relevante. O modelo tradicional de financiamento, estruturado para projetos de maior escala, mostra-se pouco eficiente para atender à crescente demanda por sistemas de pequeno porte, exigindo soluções inovadoras que conciliem viabilidade econômica, redução de riscos e ampliação do acesso.

Nesse contexto, mecanismos como microcrédito, *leasing* de equipamentos, sistemas de pagamento por uso (*pay-as-you-go*), fundos garantidores e instrumentos de financiamento de impacto despontam como alternativas capazes de viabilizar economicamente a expansão do setor. Tais instrumentos não apenas ampliam o acesso à tecnologia, mas também contribuem para a formação de um mercado mais dinâmico e sustentável.

Diniz (2017) defende a adoção de políticas públicas que combinem subsídios diretos, incentivos fiscais e estímulo ao cooperativismo como forma de fortalecer a base econômica da energia solar. Sob essa perspectiva, a ampliação do número de consumidores inseridos no sistema contribui para a diluição de custos e para o fortalecimento da cadeia produtiva.

O cooperativismo, reconhecido pela Lei nº 5.764/1971 como forma legítima de organização econômica, apresenta-se como alternativa eficiente para a estruturação de modelos coletivos de geração de energia. Ao permitir o compartilhamento de custos e benefícios, esse modelo promove ganhos de escala e maior eficiência econômica na utilização da infraestrutura energética.

Outro aspecto relevante refere-se à assimetria de informações no mercado de energia solar, que compromete a tomada de decisão dos consumidores e reduz a eficiência econômica na difusão da tecnologia. A ausência de informação clara e acessível sobre custos, benefícios e modelos de financiamento limita o potencial de expansão do setor.

A informalidade econômica, por sua vez, constitui obstáculo adicional à consolidação do mercado, ao restringir o acesso de parte significativa da população ao sistema financeiro. Esse fator reduz a base potencial de consumidores e compromete a escala econômica necessária ao fortalecimento do setor.

A manutenção de incentivos fiscais, como a isenção do ICMS sobre a energia elétrica compensada, revela-se medida relevante para a estabilidade econômica da geração distribuída. A eventual retirada desses incentivos poderia comprometer a previsibilidade dos investimentos e reduzir a atratividade da tecnologia, especialmente em estágios ainda iniciais de consolidação do mercado.

A adoção de instrumentos tarifários diferenciados, como a criação de mecanismos de compensação ou tarifas sociais voltadas à geração distribuída, também pode contribuir para maior equilíbrio econômico e ampliação do acesso, desde que estruturados de forma a preservar a sustentabilidade do sistema.

Ademais, o fortalecimento da cadeia produtiva da energia solar apresenta impactos positivos relevantes sobre a economia regional, com geração de empregos, estímulo à inovação e atração de investimentos. A expansão do setor contribui, ainda, para a diversificação da matriz econômica e para o desenvolvimento de mercados locais.

Diante desse cenário, é urgente que o Estado de Goiás elabore uma política pública abrangente de inclusão energética, com metas de universalização, articulação entre os entes federativos e diálogo com a sociedade civil. A energia solar não pode ser privilégio de poucos: ela deve ser instrumento de cidadania, desenvolvimento e justiça social.

A exclusão energética é reflexo de desigualdades estruturais, mas pode ser enfrentada com soluções criativas e cooperativas. Superar as barreiras econômicas e financeiras à energia solar é, portanto, um passo decisivo para que Goiás se torne referência nacional na construção de um sistema energético verdadeiramente democrático e sustentável.

5.3 Tendências e perspectivas futuras da energia solar em Goiás

Um dos principais impulsionadores da expansão da energia solar nos próximos anos será o avanço tecnológico. Inicialmente, destaca-se que a melhoria contínua na eficiência dos módulos fotovoltaicos tem sido acompanhada pela redução de seus custos, o que aumenta a atratividade econômica dos projetos, tanto em escala residencial quanto empresarial. Segundo Ferreira et al. (2018), essa tendência tem contribuído para a redução significativa do tempo de retorno do investimento, favorecendo sua popularização.

As inovações não se restringem aos painéis solares. Tecnologias associadas ao armazenamento de energia vêm ganhando destaque, como as baterias de lítio de alta densidade, as baterias de fluxo redox e até sistemas de hidrogênio verde. Essas soluções permitem que a energia captada durante o dia seja utilizada à noite ou em momentos de baixa radiação, aumentando a confiabilidade dos sistemas autônomos e otimizando o uso da energia gerada (BURGER; LUKE, 2017).

Nesse sentido, o armazenamento é considerado o principal desafio e, ao mesmo tempo, a grande fronteira de inovação do setor. A superação dessa limitação permitirá ampliar exponencialmente a participação da energia solar na matriz elétrica brasileira, inclusive em contextos fora da rede convencional, como comunidades rurais isoladas ou estabelecimentos urbanos com infraestrutura deficiente (ASMUS, 2008).

A digitalização da gestão energética também representa uma tendência consolidada. Tecnologias baseadas em inteligência artificial, internet das coisas (IoT) e *big data* já permitem o monitoramento em tempo real da produção e do consumo de energia, possibilitando a manutenção preditiva dos sistemas, o controle remoto dos inversores e a análise de desempenho dos painéis com precisão milimétrica (AUGUSTINE; MCGAVISK, 2016).

No campo da construção civil, há crescente integração entre os sistemas solares e os materiais de edificação. Exemplos disso são as telhas solares, os vidros fotovoltaicos e os revestimentos multifuncionais que transformam fachadas em fontes de geração elétrica. Esses elementos fazem parte de uma arquitetura sustentável voltada para a autossuficiência energética dos edifícios.

Para além da tecnologia, o futuro da energia solar em Goiás está diretamente relacionado ao fortalecimento da infraestrutura regulatória e institucional. A consolidação de políticas públicas estáveis e de longo prazo, capazes de integrar os avanços tecnológicos com os

instrumentos de financiamento e incentivos fiscais, é indispensável para assegurar a continuidade do crescimento do setor (ANEEL, 2015).

Outro ponto relevante é o papel das universidades, institutos federais e centros de pesquisa locais na formação de mão de obra qualificada e no desenvolvimento de soluções regionais. A presença de cursos técnicos e programas de extensão voltados à energia solar em instituições como a UFG, o IFG e a UEG é fundamental para consolidar um ecossistema de inovação em torno da energia renovável (SEBRAE GOIÁS, 2024).

De forma complementar, a atuação dos governos municipal e estadual pode ser decisiva na criação de zonas de incentivo à energia solar, com redução de tributos, simplificação de licenças e parcerias público-privadas para fomentar usinas comunitárias, condomínios solares e cooperativas de energia (Brasil, 1971).

A integração entre energia solar e mobilidade elétrica também deve se intensificar. A eletrificação da frota de veículos no Brasil cria uma nova demanda por energia limpa e descentralizada. Residências e comércios equipados com sistemas fotovoltaicos poderão se tornar estações de recarga, aumentando a autossuficiência energética e gerando economia (COSTA; SANTOS, 2017).

Nesse contexto, o Estado de Goiás pode desenvolver políticas específicas de incentivo à mobilidade elétrica associada à energia solar, inclusive com editais para aquisição de frotas públicas movidas a eletricidade e programas de subsídio para pontos de recarga em áreas urbanas e rurais.

Outra fronteira promissora para o Estado é a combinação entre energia solar e atividades agropecuárias. A chamada agrovoltaica permite o uso simultâneo da terra para produção agrícola e geração de energia, aumentando a eficiência do uso do solo e reduzindo os custos de operação no campo (JORDÃO et al., 2020). Também, observa-se a crescente utilização da energia solar no agronegócio goiano para irrigação, armazenamento e eletrificação de propriedades, ampliando a produtividade e reduzindo custos energéticos.

As propriedades rurais que adotam sistemas solares para bombeamento de água, refrigeração de produtos, iluminação e irrigação tendem a apresentar ganhos de produtividade e resiliência, especialmente em períodos de estiagem ou de aumento das tarifas energéticas (CABRAL; VIEIRA, 2012).

Em nível macroeconômico, Goiás pode estruturar uma estratégia de especialização produtiva voltada à energia solar, atraindo empresas fabricantes de módulos, inversores e baterias. A expansão das usinas solares no estado tem, inclusive, atraído investimentos e gerado empregos diretos e indiretos, contribuindo para o dinamismo econômico regional. A instalação

de um polo industrial solar em Anápolis ou Aparecida de Goiânia, por exemplo, poderia consolidar o estado como referência nacional, gerando empregos qualificados e ampliando a arrecadação tributária.

A possibilidade de transformar Goiás em exportador de tecnologias e serviços relacionados à energia solar é real, desde que sejam feitos investimentos em inovação, infraestrutura logística e capacitação. Isso inclui também o estímulo à participação de startups e empresas de base tecnológica no desenvolvimento de soluções adaptadas às condições locais (FIEG, 2024).

A análise da trajetória de outros estados brasileiros revela caminhos institucionais que Goiás pode incorporar em sua própria política de inclusão energética solar. Minas Gerais, líder nacional em capacidade instalada fotovoltaica – com 4,2 GW ao final de 2024, segundo dados da ANEEL divulgados pela Agência Minas (2025) –, estruturou sua liderança em torno do Projeto Sol de Minas, iniciativa coordenada pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, que combinou incentivos fiscais amplos, transparência regulatória e instrumentos inovadores de gestão.

Também, por meio da Lei Estadual nº 23.762/2021, Minas Gerais ampliou a isenção do ICMS incidente sobre a energia compensada em sistemas de geração distribuída para empreendimentos de até 5 MW – limite superior ao originalmente previsto no Convênio ICMS 16/2015, que se restringe a 1 MW e ainda serve como parâmetro para a maioria dos estados –, estendendo o benefício igualmente aos equipamentos, peças e componentes utilizados nesses sistemas, com vigência prorrogada até 2032.

Além disso, o programa desenvolveu o Mapa de Disponibilidade de Rede, ferramenta online em parceria com a CEMIG que informa em tempo real a disponibilidade das subestações estaduais para novas conexões de geração distribuída, reduzindo prazos de obras e aumentando a transparência do processo – iniciativa reconhecida como pioneira no setor elétrico nacional (PROJETO SOL DE MINAS, 2024).

O Rio de Janeiro, por sua vez, seguiu o modelo mineiro ao editar a Lei nº 8.922/2020, que estendeu a isenção do ICMS a sistemas de até 5 MW, incluindo modalidades de geração compartilhada e empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras, ampliando o acesso de perfis diversos de consumidores aos benefícios da geração distribuída (CANAL SOLAR, 2021).

A comparação com esses modelos evidencia que Goiás, embora disponha de marco regulatório relevante, tais como a Lei Estadual nº 22.579/2024 e o Decreto nº 10.579/2024, ainda pode avançar em pelo menos dois eixos: a ampliação do limite da isenção do ICMS para sistemas de até 5 MW, alinhando-se ao padrão adotado por Minas Gerais e Rio de Janeiro; e o

desenvolvimento de instrumentos de transparência regulatória que facilitem novas conexões, reduzam a assimetria de informações e ampliem o acesso de pequenos consumidores e produtores rurais ao sistema de compensação energética – condição indispensável para que a transição energética em Goiás seja, de fato, inclusiva e regionalmente equitativa.

Em suma, o futuro da energia solar em Goiás dependerá da capacidade de convergir tecnologia, regulação e política pública em torno de um projeto de longo prazo que priorize a sustentabilidade, a inclusão e o desenvolvimento regional. O desafio é garantir que os avanços tecnológicos não fiquem restritos a grandes consumidores, mas alcancem os pequenos produtores, comunidades urbanas e zonas rurais distantes dos grandes centros.

A energia solar não é apenas uma alternativa técnica viável: ela representa um novo paradigma de produção e consumo de energia, capaz de transformar as relações econômicas, ambientais e sociais em Goiás. O Estado, se bem conduzido, tem todas as condições para se tornar protagonista dessa transição.

6 CONCLUSÃO

A presente dissertação teve como objetivo analisar em que medida a energia solar fotovoltaica, no Estado de Goiás, contribui para a concretização dos princípios da ordem constitucional econômica, especialmente no que se refere à promoção do desenvolvimento sustentável e à redução das desigualdades sociais e regionais.

Nesse sentido, a pesquisa demonstra que essa fonte energética ultrapassa a dimensão meramente tecnológica, configurando-se como instrumento jurídico-econômico apto à efetivação dos valores constitucionais de proteção ao meio ambiente e de promoção da justiça social. Confirma-se, assim, a hipótese inicialmente formulada de que seu potencial de promoção do desenvolvimento sustentável depende da existência de um arranjo institucional adequado, inclusivo, efetivo e contínuo.

A análise desenvolvida ao longo desta pesquisa evidenciou que a expansão da energia solar fotovoltaica representa um fenômeno de grande relevância no contexto contemporâneo de transformação das matrizes energéticas. A crescente preocupação com as mudanças climáticas, aliada à necessidade de garantir segurança energética e promover modelos de desenvolvimento mais sustentáveis, tem impulsionado a adoção de fontes renováveis em diferentes países, incluindo o Brasil.

No ordenamento jurídico brasileiro, a promoção de fontes energéticas sustentáveis encontra respaldo nos princípios estruturantes da ordem econômica previstos na Constituição Federal de 1988, especialmente nos arts. 170 e 225, que impõem a compatibilização entre crescimento econômico, preservação ambiental e justiça social. Nesse contexto, a transição energética assume papel estratégico na concretização dos objetivos constitucionais relacionados ao desenvolvimento sustentável, contribuindo para a redução dos impactos ambientais e para a construção de um modelo econômico mais equilibrado.

Entre as alternativas disponíveis, a energia solar fotovoltaica destaca-se como uma das fontes mais promissoras, em razão de seu baixo impacto ambiental, de seu relevante potencial econômico, evidenciado pela geração de empregos, pelo fortalecimento de cadeias produtivas e pela atração de investimentos, bem como por sua capacidade de promover a descentralização da geração de energia elétrica, especialmente por meio da micro e minigeração distribuída, podendo, assim, contribuir para o desenvolvimento regional e para a redução das desigualdades sociais, desde que acompanhada de políticas públicas orientadas à inclusão energética.

No caso do Estado de Goiás, os resultados da pesquisa demonstram a existência de condições particularmente favoráveis ao desenvolvimento da energia solar, em razão da elevada

incidência de radiação solar, da disponibilidade territorial e do crescimento da demanda energética. Esse conjunto de fatores posiciona o Estado como espaço estratégico para a consolidação de políticas públicas voltadas à transição energética.

Todavia, a pesquisa evidenciou que a consolidação desse potencial depende da superação de desafios relevantes de natureza regulatória, econômica e institucional. Primeiramente, destaca-se a necessidade de fortalecimento da segurança jurídica no setor, especialmente diante do elevado custo inicial dos investimentos em sistemas fotovoltaicos, o que exige a consolidação de um marco regulatório estável, previsível e coerente, capaz de conferir confiança aos agentes econômicos no momento de investir.

Além disso, a consolidação de um modelo energético mais sustentável no Estado de Goiás exige não apenas o estímulo à expansão das fontes renováveis, mas também a formulação de políticas públicas complementares e efetivas voltadas à inclusão energética, entre as quais se destacam a concessão de subsídios, incentivos econômicos e mecanismos de financiamento acessível, garantindo que os benefícios da geração distribuída sejam compartilhados por diferentes segmentos da população, especialmente pelos consumidores de baixa renda e pelos pequenos produtores rurais.

Embora as políticas públicas analisadas estabeleçam bases importantes para a transição energética, ainda se concentram predominantemente no incentivo à expansão da cadeia produtiva e à inovação tecnológica, não contemplando de forma suficiente mecanismos específicos de democratização do acesso à energia solar. Exemplo disso é o benefício fiscal instituído pelo Decreto nº 10.579/2024, que, ao privilegiar agentes econômicos com maior capacidade de investimento, acaba por concentrar os incentivos no setor produtivo, sem alcançar de forma efetiva os consumidores em situação de vulnerabilidade econômica e social.

Assim, verifica-se, em síntese, que os instrumentos de política pública em vigor, embora orientados por objetivos institucionais relevantes, ainda apresentam limitações quanto à sua consolidação e à coerência de sua implementação, o que evidencia a necessidade de maior articulação institucional e de aperfeiçoamento dos instrumentos adotados, de modo a assegurar a efetiva concretização dos objetivos relacionados à inclusão energética.

Importante destacar que as limitações identificadas nos instrumentos normativos analisados, quais sejam, a eficácia jurídica limitada da Lei nº 22.579/2024, a instabilidade do Convênio ICMS 16/2015, o viés concentrador do Decreto nº 10.579/2024 e a omissão regulatória quanto ao PERS, não constituem falhas episódicas ou lacunas acidentais de política pública. Elas revelam um padrão estrutural recorrente: o Estado brasileiro, tanto no plano federal quanto estadual, tem sistematicamente privilegiado instrumentos de intervenção por

indução que reduzem custos e ampliam margens para os agentes com maior capacidade de investimento, sem construir, simultaneamente, as condições institucionais para que os excluídos desse mercado possam dele participar.

Em termos constitucionais, esse padrão configura omissão parcial inconstitucional: o Estado age em prol da energia renovável, mas age de forma seletiva, beneficiando apenas uma parcela dos destinatários dos mandatos constitucionais de desenvolvimento sustentável e redução das desigualdades. A superação desse padrão exige não apenas o aperfeiçoamento pontual das normas existentes, mas uma reorientação estratégica da política pública que coloque a justiça energética, e não apenas a eficiência econômica, como critério estruturante da regulação do setor fotovoltaico em Goiás.

A análise comparada com as experiências de Minas Gerais e Rio de Janeiro, desenvolvida no Capítulo 5, reforça esse diagnóstico e aponta dois eixos prioritários de aperfeiçoamento para Goiás: a ampliação do limite da isenção do ICMS para sistemas de até 5 MW, alinhando-se ao padrão já adotado por aqueles estados; e o desenvolvimento de instrumentos de transparência regulatória que facilitem novas conexões e reduzam a assimetria de informações, ampliando o acesso de pequenos consumidores e produtores rurais ao sistema de compensação energética.

Trata-se, em ambos os casos, de intervenções por indução, na acepção de Eros Grau (2010, p. 148-149), que não impõem comportamentos compulsórios, mas criam condições econômicas e informacionais para que agentes historicamente excluídos possam, de forma voluntária e viável, integrar-se ao sistema de geração distribuída.

Cabe, contudo, formular uma ressalva crítica à conclusão de que os dois eixos prioritários identificados, quais sejam, ampliação da isenção do ICMS e instrumentos de transparência regulatória, seriam suficientes para promover uma transição energética efetivamente inclusiva em Goiás. Ambos os eixos operam exclusivamente por indução: eles ampliam incentivos e reduzem barreiras informacionais, mas não criam obrigações de resultado para o Estado nem garantem que os segmentos mais vulneráveis da população sejam efetivamente alcançados.

A experiência comparada demonstra que a indução pura, desacompanhada de normas por direção, tende a reproduzir e ampliar as assimetrias preexistentes: apenas quem já dispõe de capacidade mínima de investimento consegue responder aos incentivos oferecidos. Para romper esse ciclo, seria necessário complementar os instrumentos indutores com ao menos uma norma por direção que imponha ao Estado a obrigação de universalizar progressivamente o acesso à geração distribuída, por exemplo, por meio de cotas de instalação subsidiada em

habitações de interesse social, prazo máximo para regulamentação do PERS ou percentual mínimo de créditos do FEG destinados a projetos de inclusão energética. Sem esse componente diretivo, os dois eixos propostos continuarão a beneficiar predominantemente os segmentos que menos precisam de apoio estatal.

Para além desses fatores, é necessário reconhecer que a conscientização e a informação da sociedade também constituem pilares fundamentais para o avanço da transição energética, especialmente no que se refere às populações de baixa renda, de modo a promover não apenas o acesso, mas também a efetiva compreensão acerca da energia solar e de seus benefícios, possibilitando a adequada apropriação e o uso das tecnologias disponíveis.

Portanto, mostra-se imprescindível a implementação e o fortalecimento de ações educativas, programas de capacitação técnica e iniciativas de transparência informacional, voltadas a orientar a tomada de decisão dos usuários e a reduzir assimetrias de informação no acesso às tecnologias de geração distribuída. Tais medidas contribuem para o fortalecimento do engajamento social na transição energética e para a promoção do uso consciente e eficiente da energia solar, especialmente entre os segmentos mais vulneráveis da população.

A experiência do Programa Casa Solar, desenvolvido pela Agência Goiana de Habitação (AGEHAB), demonstra que a inserção de sistemas fotovoltaicos em unidades habitacionais destinadas a famílias de baixa renda pode resultar em reduções expressivas nos custos com energia elétrica, com impacto direto na qualidade de vida e na capacidade de consumo dessas famílias (AGEHAB, 2018). Sua institucionalização e expansão, articulada com programas habitacionais de maior escala, representa caminho concreto para que a energia solar deixe de ser privilégio de quem já tem capacidade de investimento e passe a funcionar como instrumento efetivo de redução das desigualdades, em plena consonância com os objetivos fundamentais inseridos na Constituição Federal de 1988.

Ademais, a concentração das instalações fotovoltaicas em poucos municípios, com Goiânia, Rio Verde e Anápolis respondendo por parcela expressiva da capacidade instalada estadual, conforme dados da ABGD (2022), evidencia que a expansão da energia solar em Goiás ainda não alcançou os demais municípios de forma equitativa. A superação dessa assimetria territorial exige a articulação entre os entes federativos, com o Estado induzindo os municípios à criação de zonas de incentivo à energia solar, mediante isenções de tributos locais, simplificação de licenças e parcerias público-privadas voltadas à instalação de sistemas comunitários. Essa municipalização das políticas de fomento é condição indispensável para que a transição energética alcance os territórios historicamente excluídos dos benefícios da infraestrutura energética.

Outro ponto a ser enfatizado, de natureza técnico-administrativa, refere-se à necessidade de aprimoramento da infraestrutura elétrica pela concessionária de energia, bem como à simplificação dos procedimentos administrativos relacionados à instalação de sistemas fotovoltaicos, medidas essenciais para reduzir entraves operacionais, conferir maior eficiência ao processo de conexão à rede e ampliar o acesso à geração distribuída, especialmente para consumidores de menor porte.

Por fim, reafirma-se que o Direito desempenha papel central na orientação desse processo, não apenas como mecanismo regulador e indutor, mas como instrumento de transformação social. A tipologia de Eros Grau (2010, p. 148-149), adotada como categoria analítica central nesta dissertação, permite concluir que o arranjo jurídico-institucional da energia solar fotovoltaica em Goiás combina normas de direção com normas de indução, de modo que a efetividade da transição energética depende do equilíbrio entre essas duas modalidades: a direção para assegurar a estabilidade regulatória; a indução para promover a democratização do acesso e a inclusão dos segmentos mais vulneráveis.

Nesse sentido, a afirmação de que o Direito desempenha papel central como instrumento de transformação social só se sustenta se compreendida em sua dimensão material, e não apenas formal. Um arranjo jurídico-institucional que combina normas de direção e normas de indução é, em tese, coerente com a tipologia de Eros Grau. Mas a legitimidade constitucional desse arranjo não se mede pela sua coerência interna nem pela sua adequação técnica ao modelo regulatório vigente: ela se mede pelos resultados concretos que produz na vida das pessoas.

Se o modelo regulatório da energia solar fotovoltaica em Goiás, ao final de uma década de expansão acelerada, ainda concentra mais de 90% da capacidade instalada em apenas três municípios e exclui estruturalmente os consumidores de baixa renda, então esse modelo, por mais tecnicamente sofisticado que seja, não cumpre o mandato constitucional de redução das desigualdades sociais e regionais.

Portanto, a presente pesquisa permite concluir que o principal desafio jurídico da transição energética em Goiás não é a elaboração de mais normas, mas a criação de mecanismos que garantam a efetividade material das normas já existentes – e que imponham consequências jurídicas concretas à sua inobservância. Nesse sentido, a consolidação de uma jurisprudência que reconheça o acesso à energia como direito fundamental exigível judicialmente, posição para a qual a ADPF 708 fornece o primeiro fundamento sólido, representa o horizonte normativo mais adequado para que a transição energética em Goiás seja, de fato, justa, inclusiva e constitucionalmente legítima.

Diante disso, a consolidação da energia solar fotovoltaica no Estado de Goiás demanda

um ambiente de segurança jurídica, sustentado por um marco regulatório estável, coerente e efetivo, bem como pela atuação coordenada do Estado na implementação de políticas públicas contínuas que ultrapassem o plano meramente formal e produzam resultados concretos. Em outras palavras, impõe-se a construção de um modelo energético capaz de alinhar eficiência econômica, proteção ambiental e justiça social, em plena conformidade com os valores e objetivos consagrados pela Constituição Federal de 1988.

7 BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA GOIANA DE HABITAÇÃO (AGEHAB). **Pioneirismo de Goiás com energia solar em moradias populares ganha destaque em artigo nacional.** Goiânia: AGEHAB, 2018. Disponível em: <https://www.agehab.go.gov.br/noticias/pioneirismo-de-goias-com-energia-solar-em-moradias-populares-ganha-destaque-em-artigo-nacional>. Acesso em: 20 mar. 2026.

AGÊNCIA MINAS GERAIS. **Minas Gerais lidera ampliação da matriz energética brasileira em 2024.** 2025. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/minas-gerais-lidera-ampliacao-da-matriz-energetica-brasileira-em-2024>. Acesso em: abr. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012.** Disponível em: <http://aneel.gov.br>. Acesso em: 30 abr. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015.** Disponível em: <http://aneel.gov.br>. Acesso em: 30 abr. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Homologatória 2470/2018.** Disponível em: <https://biblioteca.aneel.gov.br>. Acesso em: 27 abr. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Unidades Consumidoras com Geração Distribuída / CELG D.** Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Distribuidora.asp. Acesso em: 27 abr. 2025.

ASMUS, P. Exploring new models of solar energy development. The Electricity Journal, v. 21, n. 3, p. 61-71, 2008. ASMUS, P. **Exploring new models of solar energy development.** The Electricity Journal, v. 21, n. 3, p. 61-71, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Goiás tem maior potencial solar da região Centro-Oeste.** 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/goias-tem-maior-potencial-solar-da-regiao-centro-oeste>. Acesso em: 30 abr. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Goiás supera 2,1 gigawatts na geração própria solar e registra R\$ 9 bilhões em investimentos acumulados.** Canal Bioenergia, set. 2025. Disponível em: <https://www.canalbioenergia.com.br/goias-supera-21-gigawatts-na-geracao-propria-solar-e-registra-r-9-bilhoes-em-investimentos-acumulados>. Acesso em: abr. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). **Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil.** 2026. Disponível em: <https://www.absolar.org.br>. Acesso em: abr. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (ABGD). **Goiás é o 7º estado a superar marca de 500 MW de geração distribuída.** 2022. Disponível em:

<https://conceg.com.br/goias-e-o-7o-estado-a-superar-marca-de-500-mw-de-geracao-distribuida>. Acesso em: abr. 2026.

AUGUSTINE, P.; MCGAVISK, E. The next big thing in renewable energy: Shared solar. The Electricity Journal, v. 29, n. 4, p. 36-42, 2016. AUGUSTINE, P.; MCGAVISK, E. **The next big thing in renewable energy: Shared solar**. The Electricity Journal, v. 29, n. 4, p. 36-42, 2016.

BANDEIRA DE MELLO, Celso Antônio. Curso de direito administrativo. 34. ed. São Paulo: Malheiros, 2019. BANDEIRA DE MELLO, Celso Antônio. **Curso de direito administrativo**. 34. ed. São Paulo: Malheiros, 2019.

BARROS, L. V. **Avaliação de modelos de negócio para energia solar fotovoltaica no mercado de distribuição brasileira**. 2014. 163 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006.

BERCOVICI, Gilberto. **Constituição econômica e desenvolvimento: uma leitura a partir da Constituição de 1988**. São Paulo: Malheiros, 2005.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 30 jul. 2004. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971**. Define a Política Nacional de Cooperativismo. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 29 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995**. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 14 fev. 1995. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022**. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 7 jan. 2022. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental nº 708/DF**. Relator: Min. Roberto Barroso. Tribunal Pleno. Brasília, DF, 4 jun. 2022. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br>. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRITO, P. **Análise e viabilidade de projetos de investimentos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BURGER, S. P.; LUKE, M. **Business models for distributed energy resources**. Energy

Policy, v. 109, p. 248-267, 2017.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Setor elétrico diverge sobre impacto da energia autogerada na rede das distribuidoras**. Brasília: Agência Câmara Notícias, 2025. Disponível em: <https://www.camara.leg.br>. Acesso em: 18 mar. 2026.

CANAL SOLAR. **Isenção do ICMS para GD concedida pelo estado do RJ está vigente?** 2021. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/isencao-icms-para-gd-pelo-estado-do-rj-esta-vigente>. Acesso em: abr. 2026.

CANAL SOLAR. **Quatro cidades já instalaram mais de mil sistemas de GD solar em 2026**. 2026. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/quatro-cidades-instalaram-mil-sistemas-de-gd-solar>. Acesso em: abr. 2026.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA FAZENDÁRIA (CONFAZ). **Convênio ICMS nº 16/2015**.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. **Direito constitucional e teoria da constituição**. 7. ed. Coimbra: Almedina, 2003.

CARVALHO, D. F. et al. **Custos energéticos em sistemas de irrigação**. Revista Energia na Agricultura, 2016.

CARVALHO, Yara Cristina de; GOMES, Guilherme Nascimento; CORAZZA, Rosana Icassatti. **Um olhar aos resultados do Programa Luz para Todos: informado pelos conceitos e enfoques da justiça energética (2004-2010)**. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, v. 31, n. 2, p. 501-518, jul./dez. 2022. DOI: 10.15446/rcdg.v31n2.89699.

COSTA, J. F. I.; SANTOS, F. P. M. **Modelos geradores de energia fotovoltaica: análise de viabilidade no estado de Goiás**. Revista Brasileira de Energia Solar, v. 8, n. 2, p. 150-158, 2017.

CUPERTINO, S. A.; TOMÉ, F.; COSTA, H. K. M. **O marco legal da microgeração e minigeração distribuída**. Revista de Informação Legislativa, v. 60, n. 240, p. 107–123, 2023.

DINIZ, J. **Metodologia de análise de investimento em sistemas fotovoltaicos**. 2017. Dissertação (Mestrado) – UFMG, Belo Horizonte, 2017.

EMPREENDER EM GOIÁS. **Goiás tem a 6ª maior geração de energia solar no país. 2025**. Disponível em: <https://empreenderemgoias.com.br/2025/03/24/goias-tem-a-6a-maior-geracao-de-energia-solar-no-pais>. Acesso em: abr. 2026.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço energético nacional 2020**. Rio

de Janeiro, 2020.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica PR 04/18: Potencial dos recursos energéticos no horizonte 2050.** Rio de Janeiro, 2018.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Nota Técnica PR 07/18: Premissas e custos da oferta de energia elétrica no horizonte 2050.** Rio de Janeiro, 2018.

FERREIRA, R. et al. **Overview of the solar energy sector in Brazil.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018.

FIEG. **Expansão da capacidade energética de Goiás.** 2024. Disponível em: <https://fieg.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2025.

FRANZOLIN, Cláudio José; KLINGOR, Bruna dos Anjos; BROLLO, Maria Eduarda Ardinghi. **Pobreza energética do cidadão e sua vulnerabilidade diante de uma necessária transição energética.** *Revista de Direito Público*, Brasília, v. 21, n. 111, p. 92-115, ago./out. 2024. DOI: 10.11117/rdp.v21i111.7936.

GOIÁS (Estado). **Constituição do Estado de Goiás de 1989.** Goiânia: Assembleia Legislativa do Estado de Goiás, 1989.

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS. **Potencial para geração de energia solar em Goiás.** 2024. Disponível em: <https://goias.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2025.

GRAU, Eros Roberto. **A ordem econômica na Constituição de 1988: interpretação e crítica.** 14. ed. rev. e atual. São Paulo: Malheiros, 2010.

GRECO, V. **Energia solar em Goiás.** 2025. Disponível em: <https://solucoes.edp.com.br>. Acesso em: 15 mar. 2026.

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE (IEE/USP). **Sistema fotovoltaico: o que é e como funciona na prática.** 2024. Disponível em: <https://www.iee.usp.br>. Acesso em: 17 mar. 2026.

JORDÃO, L. R. et al. **Energia solar como fator de desenvolvimento rural.** *Desenvolvimento Regional em Debate*, v. 10, p. 862-884, 2020.

LINO, Miguel. **Lei 14.300/22 da energia solar: vale a pena em 2026?** *Solar dos Pomares*, 5 jan. 2026. Disponível em: <https://solarospomares.com.br/lei-14300-22-da-energia-solar-ainda-vale-pena>. Acesso em: abr. 2026.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro.** 29. ed. Salvador: JusPodivm; São Paulo: Malheiros, 2023.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente.** 10. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MINAS GERAIS (Estado). Lei nº 23.762/2021.

PROJETO SOL DE MINAS. **Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais.** Disponível em: <https://desenvolvimento.mg.gov.br/inicio/projetos/projeto/1079>. Acesso em: abr. 2026.

ROSA, A. R. O.; GASPARIN, F. P. **Panorama da energia solar fotovoltaica no Brasil.** Revista Brasileira de Energia Solar, v. 7, n. 1, 2015.

SAGRES ONLINE. **Goiás é destaque na produção de energia solar. 2024.** Disponível em: <https://sagresonline.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SALOMÃO FILHO, Calixto. **Regulação da atividade econômica: princípios e fundamentos jurídicos.** São Paulo: Malheiros, 2001.

SANTOS, S. et al. **Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil.** O Setor Elétrico, 2016.

SEBRAE GOIÁS. **Programa do Sebrae fortalece cadeia de energia solar. 2024.** Disponível em: <https://sebrae.com.br>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SECIMA. **Programa Goiás Solar.** Disponível em: <https://www.goias.gov.br>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SILVA, José Afonso da. **Direito ambiental constitucional.** 10. ed. São Paulo: Malheiros, 2013.

SMIL, V. **Energy transitions.** 2. ed. Santa Barbara: Praeger, 2017.

SOHNE, B. **Quanto custa instalar energia solar residencial em 2026? 2026.** Disponível em: <https://tricebrasil.com.br>. Acesso em: 18 mar. 2026.

SOVACOOOL, Benjamin K.; DWORKIN, Michael H. **Global energy justice: problems, principles, and practices.** Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

SOVACOOOL, Benjamin K.; DWORKIN, Michael H. **Energy justice: conceptual insights and practical applications.** Applied Energy, v. 142, p. 435-444, 2015.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Our common future.** Oxford: Oxford University Press, 1987.