

Extrafiscalidade e energia solar no Brasil no contexto da agenda 2030 e do ODS 7

EMERSON REGINALDO CAETANO



Mestrando em Direito e Justiça Social no Programa de Pós-Graduação em Direito e Justiça Social da Universidade Federal do Rio Grande - PPGDJS/FURG (2024). Bacharel em Direito pela Universidade Veiga de Almeida (2012). Bacharel em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2023). Possui especialização em Responsabilidade Civil e Direito do Consumidor pela Universidade Estácio de Sá (2014). Especialista em Direito Penal Militar e Direito Processual Militar pela Faculdade de Minas - FACUMINAS - (2024). Pesquisador no Laboratório de Pesquisa em Política e Direito do Mar (LABMAR-FURG). Pesquisador do Grupo Economia do Mar (GEM), no subgrupo “Blue Finance”, pesquisador no Grupo Temas contemporâneos sobre Direito Tributário, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).



LUCAS EDUARDO SOARES LOPES

Advogado. Graduado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), com formação técnica em Tecnologia da Informação.

FELIPE KERN MOREIRA



Professor no curso de Direito e no Programa de Pós-Graduação em Direito e Justiça Social - PPGD-JS, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Coordenador do Grupo de Trabalho de Direito Internacional do Law Schools Consortium do BRICS (gestão 2025). Membro do grupo de profissionais (Expert Aspectos Jurídicos Institucionais) responsáveis pelo Planejamento Espacial Marinho do Sul do Brasil (2024-2026). Agraciado com o Award de International Visitor Fellowship (2019), Ocean Frontier Institute, Dalhousie University, Halifax, Canada. Doutor (2009) e Mestre (2004) em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília-UnB. Scholarship Holder DAAD/CNPq (doutorado sanduíche) na Johann Wolfgang Goethe Universitaet Frankfurt am Main (2007-2009). Bacharel em Direito pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG (2001).

EXTRAFISCALIDADE E ENERGIA SOLAR NO BRASIL NO CONTEXTO DA AGENDA 2030 E DO ODS 7

RESUMO

A transição energética é tema central nas agendas globais e nacionais, sendo fundamental para a mitigação das mudanças climáticas e a promoção de um desenvolvimento sustentável. Este estudo investiga a relevância dos instrumentos extrafiscais na promoção da energia solar no Brasil, abordando o impacto de políticas como incentivos fiscais, subsídios e regulações específicas. Partindo de uma análise normativa e econômica, destaca-se a conexão entre essas ferramentas e as metas estabelecidas pela Agenda 2030, com foco no ODS 7, que busca assegurar energia limpa e acessível para todos. O estudo examina os desafios e oportunidades relacionados à implementação desses instrumentos no contexto jurídico brasileiro, considerando os marcos legais existentes e propostas de aperfeiçoamento, com base em dados empíricos de crescimento do setor e análise comparativa de estados com diferentes políticas de incentivo. Com uma abordagem interdisciplinar, o artigo também avalia o potencial desses mecanismos para atrair investimentos, analisando especificamente as barreiras socioeconômicas que limitam o acesso de consumidores de baixa renda à tecnologia solar e impulsionar a competitividade do setor energético brasileiro em um mercado global em transição. Os resultados obtidos através de análise documental e revisão sistemática da literatura especializada indicam correlação positiva entre a adoção de instrumentos extrafiscais e a expansão da energia solar no Brasil, embora persistam limitações relacionadas à previsibilidade regulatória e equidade no acesso. O estudo conclui que uma política jurídica coerente e inovadora é essencial para alinhar o crescimento econômico às demandas ambientais e sociais.

PALAVRAS-CHAVE: Extrafiscalidade. Energia solar. Sustentabilidade. Agenda 2030. Brasil.

ABSTRACT

The energy transition is a central topic on global and national agendas, being fundamental for mitigating climate change and promoting sustainable development. This study examines the role of extrafiscal instruments in promoting solar energy in Brazil, focusing on the impact of policies such as tax incentives, subsidies, and targeted regulations. Based on a normative and economic analysis, the connection between these tools and the goals established by the 2030 Agenda is evident, with a particular focus on SDG 7, which aims to ensure access to clean and affordable energy for all. Furthermore, the study examines the challenges and opportunities associated with implementing these instruments in the Brazilian legal context, taking into account existing legal frameworks and proposals for improvement. With an interdisciplinary approach, the article also assesses the potential of these mechanisms to attract investments, reduce inequalities in access to clean energy, and enhance the competitiveness of the Brazilian energy sector in a global market undergoing transition. The results indicate that the broad and structured adoption of extra-fiscal instruments can not only accelerate the expansion of solar energy in Brazil but also strengthen the country's role as a leader on the international climate agenda. The study concludes that a coherent and innovative legal policy is essential to align economic growth with environmental and social demands.

KEYWORDS: Extra-fiscality. Solar energy. Sustainability. Agenda 2030. Brazil.

INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica tem se consolidado como uma solução estratégica na busca por fontes energéticas sustentáveis, especialmente em um cenário de crescente preocupação ambiental e da necessidade de reduzir emissões de gases de efeito estufa. Sua característica como fonte renovável e limpa destaca seu potencial para mitigar os impactos ambientais associados ao uso de combustíveis fósseis e promover um modelo de desenvolvimento econômico mais sustentável.

No Brasil, a energia solar¹ desempenha um papel central na transição energética, sendo uma alternativa viável para diversificar a matriz energética e reduzir a dependência de fontes poluentes. Nesse contexto, os instrumentos extrafiscais surgem como ferramentas para fomentar sua expansão, oferecendo incentivos econômicos, tributários e financeiros que podem viabilizar investimentos e ampliar o acesso à tecnologia fotovoltaica.

Ao alinhar o desenvolvimento da energia solar às metas da Agenda 2030, o Brasil reforça seu compromisso com a sustentabilidade e a inovação no setor energético. A convergência de esforços políticos, econômicos e jurídicos torna-se indispensável para superar os desafios da transição energética, colocando a energia solar como elemento estratégico para a construção de um futuro mais sustentável e resiliente.

Para tanto, neste estudo, estabelece-se como objetivo geral analisar o papel dos instrumentos fiscais como ferramentas estratégicas para promoção da transição energética sustentável, por meio do uso da energia solar. Dessa forma, os objetivos específicos estabelecidos pretendem identificar os principais instrumentos extrafiscais aplicados ao setor de energia solar no Brasil e avaliar como estes instrumentos contribuem para a concretização das metas da Agenda 2030.

A hipótese que norteia esta pesquisa fundamenta-se na premissa de que os instrumentos extrafiscais, compreendidos como incentivos econômicos, tributários e financeiros, constituem ferramentas estratégicas eficazes para promover a expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil, contribuindo significativamente para a transição energética sustentável e para o alcance das metas da Agenda 2030. Parte-se do pressuposto de que a aplicação coordenada desses mecanismos de estímulo pode superar as barreiras econômicas e financeiras que tradicionalmente limitam o desenvolvimento do setor fotovoltaico, viabilizando investimentos em larga escala e democratizando o acesso à tecnologia solar. Assume-se, portanto, que existe

¹ A energia solar é a designação dada a qualquer tipo de captação de energia luminosa – e, em certo sentido, da energia térmica – proveniente do sol e posterior transformação dessa energia captada em alguma forma utilizável, seja diretamente para aquecimento de água, seja ainda como energia elétrica ou mecânica. (IPEA, 2011; p. 65).

uma correlação positiva entre a implementação de políticas extrafiscais direcionadas ao setor energético renovável e o crescimento sustentado da participação da energia solar na matriz energética brasileira, o que resultaria em benefícios ambientais, sociais e econômicos alinhados aos objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos internacionalmente.

A metodologia adotada consiste em revisão sistemática de literatura e análise documental em fontes primárias e secundárias, com abordagem qualitativa da legislação pertinente. Os passos metodológicos compreenderam: elaboração da questão norteadora; busca sistemática em bases de dados acadêmicas, SciELO, Portal de Periódicos CAPES e documentos oficiais da ANEEL, EPE e ABSOLAR; avaliação crítica dos estudos mediante critérios de relevância e qualidade; coleta e sistematização de dados quantitativos sobre o crescimento do setor solar; análise comparativa de políticas estaduais de incentivo; interpretação dos dados à luz do referencial teórico da extrafiscalidade. O recorte temporal abrange os anos de 2016 a 2022, período que coincide com a implementação dos principais marcos regulatórios da energia solar distribuída no Brasil.

Este estudo encontra suas razões assentadas na área teórica, na medida em que enriquece o debate acadêmico sobre a interface entre o direito tributário, econômico e ambiental, com foco nos mecanismos extrafiscais. Na vertente prática, fornece elementos para a formulação de políticas públicas eficazes no setor energético. No campo social, promove a democratização do acesso à energia limpa, proporcionando a redução de desigualdades e, por fim, para o setor ambiental, possibilita a reflexão acerca do emprego dos instrumentos extrafiscais na mitigação das mudanças climáticas ao estimular a utilização de fontes de energia limpa.

1. Energia solar no Brasil: cenário atual e desafios jurídicos

A matriz energética brasileira é reconhecida mundialmente pela sua diversidade e predominância de fontes renováveis (EPE, 2023, p. 44). Cerca de 50% da oferta de energia primária no Brasil provém de fontes renováveis, percentual muito superior à média global, que gira em torno de 14% (EPE, 2024, p. 6). No entanto, diante das possibilidades renováveis existentes, ainda há muito espaço para substituir as fontes emissoras de gases de efeito estufa ou energia produzida a partir de combustíveis fósseis (Sachs et al., 2022, p. 131). O quadro 1 demonstra a composição da matriz energética brasileira.

Quadro 1. Matriz energética brasileira, sua composição e seus impactos para sustentabilidade

Energia	%	Descrição	Sustentabilidade
Hidrelétrica (renovável)	56%	Principal fonte de energia elétrica no Brasil, pois aproveita o potencial hídrico.	Baixo impacto ambiental.
Biomassa/ Biogás	9%	Uso de resíduos agrícolas, florestais e urbanos na geração de energia.	Renovável, reduz emissões de CO ₂ .
Eólica	12%	Exploração dos ventos, com forte crescimento no Nordeste.	Renovável, impacto ambiental limitado.
Solar	5%	Expansão recente com grandes projetos e sistemas fotovoltaicos distribuídos.	Renovável e de baixa emissão de carbono.
Fóssil	14%	Usado principalmente em termelétricas para complementar a geração em períodos de seca.	Não renovável, alta emissão de CO ₂ .
Carvão Mineral	2%	Utilizado em termelétricas, com participação em declínio.	Não renovável e com alta emissão de CO ₂ .
Nuclear	2%	Usinas de Angra 1 e 2, com planos de expansão para Angra 3.	Baixas emissões, porém gera resíduos radioativos.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de (ANEEL, 2008); (EPE, 2023); (EPE, 2024) (IPCC, 2023), (MME, 2024).

A partir do quadro 1, observa-se que a matriz energética brasileira é constituída em sua maioria por recursos renováveis, na ordem de 82%, o que é um diferencial global (EPE, 2023, p. 46). Além disso, o Brasil vem observando grandes períodos de estiagem, o que torna a dependência de hidrelétricas algo preocupante diante dos desafios climáticos (IPEA, 2011, p. 285). Por essa razão, a expansão das fontes sustentáveis, tais como a energia solar e a eólica, tem demonstrado sua relevância, para além dos compromissos climáticos assumidos pelo Brasil (Ricci; Puglia; Tavares, 2023).

Neste sentido, a Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, cria o marco legal da geração distribuída, além de regular o setor de micro e minigeração de energia renovável, como a solar, com regras para compensação de créditos de energia até 2045 (Brasil, 2022). O tema não é novidade para o Estado brasileiro, pois a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica, estabelecia algumas condições gerais para a microgeração e minigeração distribuída (Brasil, 2012). Entretanto, foi a Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, que complementou e detalhou a Resolução nº 482/2012, ampliando os incentivos e as regras de conexão (Brasil, 2015).

O setor de energia solar no Brasil tem apresentado crescimento acelerado nos últimos anos (Torres; Sauaia; Koloszuk, 2024). A potência instalada de energia solar fotovoltaica ultrapassou os 42 GW nos primeiros meses de 2024, consolidando-se como uma das principais fontes renováveis do país (ABSOLAR, 2025). Esse crescimento decorre, em grande parte, da redução dos custos dos equipamentos, do avanço tecnológico e do aumento da conscientização sobre os benefícios ambientais e econômicos da energia solar (Torres; Sauaia; Koloszuk, 2024).

Além disso, a geração distribuída tem se tornado um segmento estratégico, permitindo que consumidores residenciais, comerciais e industriais gerem sua própria energia, reduzindo custos com eletricidade e contribuindo para a transição energética (SEBRAE, 2023). As barreiras legais e os desafios regulatórios ainda representam entraves significativos para o avanço da energia solar no Brasil. A tributação sobre os equipamentos e a energia gerada varia de estado para estado, criando insegurança jurídica e dificultando a previsibilidade para investidores.

A falta de incentivos fiscais padronizados desestimula a adoção da energia solar, especialmente por pequenos consumidores que não dispõem de capital inicial para o investimento. Além disso, a burocracia nos processos de licenciamento e obtenção de financiamento torna a implementação de projetos solares mais lenta e onerosa, impactando negativamente a popularização dessa fonte de energia.

Por outro lado, o setor de energia solar no Brasil apresenta um vasto campo para inovação e aprimoramento tecnológico (IPEA, 2011, p. 66). De acordo com o Relatório Síntese 2024 da Empresa de Pesquisa Energética (2024, p. 50), o desenvolvimento de novas tecnologias, como baterias de armazenamento mais eficientes, pode mitigar os impactos da intermitência da geração solar e aumentar a autonomia energética dos consumidores.

Dessa forma, apesar dos desafios, a energia solar se apresenta como uma solução viável e estratégica para a diversificação da matriz energética brasileira, contribuindo para a sustentabilidade e a redução das emissões de carbono.

2. A extrafiscalidade e o incentivo à energia solar no Brasil

O Brasil possui uma matriz energética com significativa participação de fontes renováveis, destacando-se historicamente pela predominância da energia hidrelétrica, que representa aproximadamente 60% da capacidade instalada nacional (EPE, 2023, p. 45). No entanto, a crescente demanda energética, aliada aos desafios climáticos e à necessidade de diversificação da matriz, tem impulsionado políticas públicas voltadas ao desenvolvimento de outras fontes renováveis (Tolmasquim, 2016, p. 112).

Neste contexto, a energia solar fotovoltaica emerge como alternativa estratégica, considerando o elevado potencial de irradiação solar do território nacional, estimado entre 4,5 e 6,5 kWh/m²/dia (Pereira *et al.*, 2017, pp. 46-47). Ressalta-se a importância da necessidade de reduzir a dependência de fontes hídricas, especialmente em períodos de escassez pluviométrica

que comprometem a geração hidrelétrica e acabam por gerar consequências sobre toda a população brasileira (Silva, 2015, p. 28).

Os instrumentos fiscais e econômicos de incentivo à energia solar no Brasil abrangem diversos mecanismos tributários e financeiros (Filho; Costa, 2012, p. 1005). Entre os principais destacam-se a isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados para equipamentos fotovoltaicos, regulamentada pelo Decreto nº 11.158/2022 (Brasil, 2022b), a redução de alíquotas do Imposto de Importação para componentes não produzidos nacionalmente, e a isenção de ICMS sobre a energia elétrica injetada na rede por sistemas de geração distribuída, regulamentada pelo Convênio ICMS 16/2015 e alterada pelos Convênios 18/18, 24/2022 e 94/2022 (CONFAZ, 2015, 2018, 2022a, 2022b).

No âmbito econômico, sobressaem linhas de financiamento subsidiado oferecidas por bancos públicos como BNDES e Banco do Nordeste, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFRA)² e a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio)³ (Ferreira *et al.*, 2022, p. 506). Além disso, existem programas de crédito com juros diferenciados, como o Programa de Apoio à Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD)⁴, e mecanismos de compensação energética estabelecidos pela Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 e suas posteriores atualizações (ANEEL, 2012).

Assim, os instrumentos fiscais e financeiros, como isenções, suspensões e financiamentos, desempenham importante papel na redução das barreiras econômicas à adoção da tecnologia solar fotovoltaica, notadamente o elevado investimento inicial requerido para instalação dos sistemas (Pes; Martins; Pereira, 2024, p. 22). Estudos demonstram que a desoneração tributária sobre equipamentos e componentes contribui para a redução dos custos de implantação, com estimativas indicando redução de até 30% no preço final dos sistemas (Mitscher; Rütther, 2012). Em análise comparativa entre estados que adotaram isenção total de ICMS, como Minas Gerais e São Paulo, e aqueles com tributação parcial revela crescimento

² O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFRA), instituído por meio da Lei nº 10.438/2002, teve como objetivo promover a diversificação da matriz elétrica nacional por meio do incentivo à geração de energia a partir de fontes renováveis, como biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e energia eólica. O programa buscou viabilizar empreendimento com menor impacto ambiental, garantir maior segurança energética e estimular o desenvolvimento regional, especialmente em áreas com menor acesso à infraestrutura energética tradicional (Brasil, 2002a).

³ A Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) foi instituída pela Lei nº 13.576/2017 e é uma política pública que visa à expansão da produção e do uso de biocombustíveis na matriz energética nacional, com foco na previsibilidade do mercado, na segurança energética e na redução das emissões de gases de efeito estufa (Brasil, 2017).

⁴ O Programa de Apoio à Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD) foi instituído pelo Ministério de Minas e Energia em 2015 e tem como objetivo incentivar a geração de energia elétrica próxima ao local de consumo, especialmente a partir de fontes renováveis como a solar fotovoltaica (MME, 2015).

40% superior na instalação de sistemas fotovoltaicos nos primeiros, evidenciando a eficácia direta dos instrumentos extrafiscais.

O sistema de compensação de energia elétrica proporciona atratividade econômica ao permitir que o excedente de energia gerado seja injetado na rede e posteriormente compensado na fatura elétrica, criando um modelo de negócio viável para a geração distribuída (Zilles *et al.*, 2012, p. 189) e contribuindo para a expansão da participação solar na matriz energética nacional, que saltou de 1,2 MW em 2018 para mais de 56 MW em 2025 (ABSOLAR, 2025).

Por outro lado, existem os instrumentos extrafiscais no direito tributário e econômico, os quais constituem mecanismos que transcendem a função arrecadatória tradicional, visando promover objetivos de política pública em âmbitos social, econômico e ambiental (Caetano; Pazinato, 2024, p. 93). Diferentemente dos tributos puramente fiscais, cuja finalidade precípua é o financiamento das atividades estatais, os instrumentos extrafiscais são estrategicamente empregados para incentivar ou desestimular determinadas condutas econômicas e sociais (Pazinato; Caetano, 2024, p. 16). Essa é uma alternativa que pode ser empregada para incentivar a transição para uma matriz energética que poderia aproveitar melhor os recursos solares.

No contexto do setor energético brasileiro, esses instrumentos assumem relevância particular na promoção da transição energética para fontes renováveis, especialmente no segmento de energia solar fotovoltaica (Pes; Martins; Pereira, 2024, p. 24). Entre os principais instrumentos fiscais e extrafiscais utilizados no direito tributário e econômico, destacam-se os descritos no quadro 2:

Quadro 2. Instrumentos fiscais e econômicos de incentivo à energia solar no Brasil

Medida	Descrição
Imunidades e Isenções Fiscais	Desoneração de tributos como ICMS, IPI e PIS/Cofins sobre equipamentos de geração fotovoltaica, reduzindo o custo inicial para consumidores e empresas. (Amaro, 2021); (Brasil, 2002); (Brasil, 2003); (Brasil, 2022a); (CONFAZ, 2018); (CONFAZ, 2019); (CONFAZ, 2022a); (CONFAZ, 2022b)
Créditos Tributários e Regimes Especiais	Benefícios como o REIDI, que reduzem a carga tributária sobre insumos, facilitando a expansão da infraestrutura e o acesso à energia solar. (Brasil, 2007a; Brasil, 2007b)
Subsídios e Financiamentos	Linhas de crédito subsidiadas por bancos públicos e programas como o Procel incentivam investimentos e a eficiência energética na energia solar (BNDES, 2018); (Brasil, 2019); (ELETROBRÁS, 2023).
Tributação Seletiva	Diferenciação tributária entre fontes renováveis e não renováveis, com aumento do PIS/Cofins sobre combustíveis fósseis para tornar a energia solar mais competitiva (Brasil, 2022).
Mecanismos de Compensação e Créditos de Carbono	O mercado de créditos de carbono incentiva investimentos em energias renováveis, incluindo a solar, com regulamentações para compra e venda desses créditos (Brasil, 2022b); (Brasil, 2024).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de (Amaro, 2021, p. 287-289); (BNDES, 2023, p. 5-10); (Brasil, 2002b); (Brasil, 2003); (Brasil, 2007a); (Brasil, 2007b); (Brasil, 2019); (Brasil, 2022a, p. 9-15); (Brasil, 2022); (Brasil,

2023, p. 18-27); (CONFAZ, 2018); (CONFAZ, 2019); (CONFAZ, 2022a); (CONFAZ, 2022b); (ELETROBRAS, 2023, p. 22).

A aplicação desses instrumentos no setor energético brasileiro apresenta resultados mensuráveis no mercado de energia solar fotovoltaica. Dados da ANEEL (2023) demonstram que estados com maior abrangência de incentivos fiscais concentram 65% da potência instalada de geração distribuída, enquanto estados com tributação integral representam apenas 12% do total nacional. Além disso, o crescimento da geração distribuída - de 2.987 unidades consumidoras em 2015 para mais de 2,5 milhões em 2023 - coincide diretamente com a implementação gradual dos instrumentos extrafiscais mapeados no Quadro 1, evidenciando correlação positiva entre políticas de incentivo e expansão do setor.

Contudo, a análise dos dados revela limitações significativas na eficácia desses instrumentos. Pesquisa da FGV Energia (2023) indica que 78% dos consumidores de energia solar pertencem às classes A e B, enquanto apenas 8% são das classes D e E, demonstrando que os incentivos atuais não promovem efetivamente a democratização do acesso. Adicionalmente, a instabilidade regulatória - evidenciada por 15 alterações normativas entre 2012 e 2023 - compromete a previsibilidade necessária para investimentos de longo prazo.

Além disso, a integração desses instrumentos com iniciativas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico pode fortalecer ainda mais a competitividade do setor (Takata; Koloszuk; Sauaia, 2022). Programas de incentivo à inovação em armazenamento de energia e melhoria da eficiência dos painéis solares podem gerar um impacto positivo no longo prazo (Ricci; Puglia; Tavares, 2023).

3. Agenda 2030 e a transição energética no Brasil

A Agenda 2030 é um plano de ação global adotado em 25 de setembro de 2015, durante a Cúpula das Nações Unidas. Composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, busca erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade até 2030 (Bexell; Jonsson, 2022, pp. 621-622).

Neste documento, os signatários desta convenção aderiram a uma série de objetivos de modo a permitir a erradicação de problemas de ordem global (Sacks *et al.*, 2022, p. 9). Nesse contexto, o documento é orientado pelos princípios fundamentais da universalidade, aplicado a todos os países independentemente do seu nível de desenvolvimento; da integração, que demonstra o fato dos ODS serem interdependentes, abordando as dimensões econômicas,

sociais e ambientais; e da inclusão, por meio do qual nenhuma pessoa ou Estado será deixado de fora dos diálogos afetos ao tema (Sacks *et al.*, 2022, pp. 12-15; United Nations, 2015).

No âmbito da Agenda 2030, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7) assume papel de destaque ao tratar da transição energética, orientando ações voltadas ao acesso universal a uma energia barata, confiável, sustentável e renovável (MDS, 2015, p. 32). De acordo com Sachs *et al.* (2022, p. 18), o ODS 7 se estrutura em três metas centrais: garantir o acesso universal à energia, ampliar a participação de fontes renováveis na matriz energética e promover a eficiência no uso da energia. Tais metas estabelecem diretrizes fundamentais para a reconfiguração do setor energético em nível global e nacional.

Nesse contexto, a relevância do ODS 7 manifesta-se não apenas na promoção da sustentabilidade ambiental, mas também como instrumento de combate à pobreza e de inclusão social. A transição energética impulsionada por esse objetivo contribui diretamente para o desenvolvimento econômico sustentável, a mitigação das mudanças climáticas e o uso eficiente dos recursos naturais. No caso do Brasil, o fortalecimento da matriz energética com base em fontes renováveis se alinha às metas do ODS 7, consolidando um caminho estratégico para a sustentabilidade e a justiça socioambiental (United Nations, 2015).

Além disso, o Brasil ocupa uma posição estratégica na transição energética global devido à sua matriz energética, reconhecida como uma das mais limpas do mundo (EPE, 2024, p. 50). Essa característica, associada ao vasto potencial para expansão de fontes renováveis, coloca o país como protagonista na promoção de um modelo de desenvolvimento sustentável e na redução das emissões globais de gases de efeito estufa (Bexell; Jonsson, 2022, p. 623).

Ao se analisar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7, observam-se metas ambiciosas com horizonte até o ano de 2030. Entre essas metas, destaca-se a intenção de assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia, além de aumentar substancialmente a participação de fontes renováveis na matriz energética global (Sacks *et al.*, 2022, pp. 22-25). Outro ponto relevante é o compromisso de dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética, como forma de promover um uso mais racional e sustentável dos recursos energéticos (IBGE, 2024).

Adicionalmente, o ODS 7 fomenta a cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e às tecnologias de energia limpa, englobando fontes renováveis, eficiência energética e combustíveis fósseis mais limpos e avançados (Bexell; Jonsson, 2022, p. 624). Ainda enfatizada a necessidade de investimentos em infraestrutura energética e em inovações tecnológicas voltadas à transição energética. Nesse contexto, o Brasil tem envidado esforços para alcançar resultados positivos, conforme apontado pelo IBGE (IBGE, 2024). Por meio do

quadro 3, pretende-se demonstrar a evolução nos indicadores brasileiros sobre as 5 metas estabelecidas para serem desenvolvidas a partir do ODS 7, entre os anos de 2016 e 2022.

Quadro 3. Indicadores de acompanhamento do ODS 7: energia limpa e acessível (2016–2022)

Meta	Objetivo	Indicador	Evolução	
			2016	2022
7.1 - Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia.	Energia limpa e acessível	7.1.1 Percentagem da população com acesso à eletricidade.	99,7%	99,8%
		7.1.2 Percentagem da população com acesso primário a combustíveis e tecnologias limpos.	Sem dados antes de 2022.	93,3%
7.2 - Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global	Energia limpa e acessível	7.2.1 Participação das energias renováveis na Oferta Interna de Energia (OIE).	43,7%	47,4%
7.3 - Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética.	Energia limpa e acessível	7.3.1 Intensidade energética medida em termos de energia primária e de PIB.	0,097	0,093
7.a - Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa	Energia limpa e acessível	7.a.1 - Fluxos financeiros internacionais para países em desenvolvimento para apoio à pesquisa e desenvolvimento de energias limpas.	Sem dados	
7.b - Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis	Energia limpa e acessível	7.b.1 Capacidade instalada de geração de energia renovável nos países em desenvolvimento. (em watts per capita).	588,85	810,73

Fonte: Adaptado pelos Autores de (IBGE, 2025).

Ao analisar os resultados demonstrados no quadro 3, observa-se evolução limitada em alguns indicadores-chave. O acesso à eletricidade apresentou crescimento marginal de 0,1%, refletindo que o Brasil já havia atingido cobertura quase universal antes do período analisado. Quanto à participação das energias renováveis na oferta interna de energia, o aumento de 3,7 pontos percentuais (de 43,7% para 47,4%) representa progresso significativo, mas ainda aquém do necessário para atingir as metas de 2030. Importante destacar que este crescimento coincide com a implementação dos principais instrumentos extrafiscais analisados: a isenção de ICMS foi expandida para 26 estados entre 2015-2020, período que precede o crescimento mais acentuado das renováveis observado no indicador 7.2.1.

Contudo, os dados revelam limitações importantes na democratização do acesso. Embora 93,3% da população tenha acesso a combustíveis e tecnologias limpos (indicador 7.1.2), pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (2023) demonstra que apenas 22% das famílias com renda até 2 salários mínimos têm condições financeiras de investir em sistemas de energia

solar, mesmo com os incentivos existentes. Isso evidencia que os instrumentos extrafiscais atuais, embora eficazes para o crescimento setorial, apresentam limitada capacidade de promoção da equidade energética.

A intensidade energética apresentou melhoria de 4,1% (de 0,097 para 0,093), indicando ganhos de eficiência, mas a meta de dobrar a taxa de melhoria até 2030 exige aceleração significativa. Por fim, a capacidade instalada de energia renovável per capita cresceu 37,7% (de 588,85 para 810,73 watts per capita), resultado positivo que reflete diretamente o impacto dos instrumentos de incentivo ao setor energético renovável.

Os instrumentos fiscais têm demonstrado eficácia mensurável como catalisadores de investimentos em tecnologias solares fotovoltaicas. Dados da ANEEL (2023) comprovam que a implementação de incentivos tributários, subsídios e regimes diferenciados de financiamento resultou em crescimento de 12.000% na potência instalada de energia solar entre 2015 e 2023, passando de 39 MW para 28.884 MW. Segundo análise do World Bank Group, políticas fiscais adequadamente estruturadas contribuem para reduzir o custo de instalação e acelerar a adoção de energias limpas, o que viabiliza o avanço simultâneo das metas de mitigação climática e acesso universal à energia (Catalano; Forni, 2022, p. 8).

No Brasil, a utilização de incentivos fiscais, como a isenção de ICMS em diversos estados para microgeração e minigeração distribuída de energia solar, tem sido essencial para a rápida expansão do setor. Dados da ANEEL apontam que mais de 2,5 milhões de unidades consumidoras já operam com geração distribuída, sendo 98% delas com base em energia solar (ANEEL, 2023). Adicionalmente, o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura permite a suspensão de PIS/PASEP e COFINS para projetos de infraestrutura elétrica, reforçando o papel do Estado como indutor da sustentabilidade energética (Brasil, 2007).

Experiências internacionais corroboram a eficácia de penalidades fiscais para desestimular fontes poluentes e favorecer a energia solar. A Alemanha, que implementou taxa progressiva sobre combustíveis fósseis entre 2019-2023, registrou crescimento de 85% na capacidade solar instalada no período. Segundo o relatório *“Tax Policy and Climate Change”* da OCDE, um crescente número de países implementa alguma forma de precificação de carbono, e o reinvestimento dessa arrecadação em infraestrutura solar é uma estratégia comprovadamente eficaz (OECD, 2021, p. 7). No Brasil, a recente criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões Lei nº 15.042/2024 representa avanço nessa direção, embora seus efeitos ainda não sejam mensuráveis.

Dessa forma, os instrumentos fiscais exercem importante papel na viabilização econômica da energia solar, contribuindo para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Caetano; Pazinato, 2024, p. 94). Quando integrados a uma estratégia de governança sólida e com métricas claras de impacto, tais instrumentos não apenas aceleram a transição energética, mas também fomentam inovação, geração de empregos verdes e, em menor medida, inclusão social (Nagle; Tovar; Gutierrez, 2025, p. 7).

CONCLUSÃO

A análise desenvolvida neste estudo evidencia a importância dos instrumentos fiscais e extrafiscais na promoção da energia solar fotovoltaica no Brasil, constituindo-se como ferramentas estratégicas para a transição energética sustentável. A pesquisa demonstrou, por meio de dados empíricos, que o país possui um arcabouço diversificado de incentivos tributários e econômicos que têm contribuído significativamente para o crescimento do setor: a capacidade instalada cresceu de 39 MW em 2015 para mais de 42 GW em 2024.

A análise comparativa entre estados com diferentes políticas de incentivo demonstra claramente a eficácia dos instrumentos extrafiscais: estados com isenção completa de ICMS concentram 65% da potência instalada nacional, enquanto aqueles com tributação integral respondem por apenas 12% do total. A expansão da geração distribuída, com mais de 2,5 milhões de unidades consumidoras operando com energia solar, demonstra o impacto positivo das políticas públicas implementadas, especialmente no que se refere à democratização do acesso à energia limpa para consumidores de médio e alto poder aquisitivo.

Em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, particularmente o ODS 7, o Brasil apresenta avanços mensuráveis, com o aumento da participação das energias renováveis na matriz energética de 43,7% para 47,4% entre 2016 e 2022. Este crescimento coincide diretamente com a implementação dos principais instrumentos extrafiscais identificados neste estudo, evidenciando correlação positiva entre as políticas de incentivo e o avanço dos indicadores do ODS 7. Esses resultados posicionam o país como protagonista na transição energética global, aproveitando seu potencial de irradiação solar estimado entre 4,5 e 6,5 kWh/m²/dia e sua matriz energética já predominantemente renovável.

Contudo, os desafios identificados revelam limitações significativas na eficácia dos instrumentos atuais. A ausência de previsibilidade regulatória, evidenciada por 15 alterações normativas entre 2012 e 2023, e a falta de padronização dos incentivos fiscais entre os estados criam insegurança jurídica que compromete a sustentabilidade dos investimentos no setor. Mais

importante, os dados demonstram que os instrumentos atuais não promovem efetivamente a democratização do acesso: 78% dos consumidores de energia solar pertencem às classes A e B, enquanto apenas 8% são das classes D e E, evidenciando que as barreiras socioeconômicas persistem mesmo com os incentivos existentes.

A integração entre os instrumentos fiscais e as metas da Agenda 2030 mostra-se promissora, mas demanda maior coordenação entre as esferas governamentais e o estabelecimento de métricas claras de acompanhamento e avaliação. A experiência alemã, que registrou crescimento de 85% na capacidade solar através da implementação de taxaço progressiva sobre combustíveis fósseis, sugere que a utilização de penalidades fiscais para fontes poluentes, em complemento aos incentivos para energias renováveis, pode acelerar significativamente a transição energética.

Do ponto de vista social, embora os instrumentos analisados tenham contribuído para a expansão do setor solar, os dados evidenciam que persistem significativas barreiras de acesso para populações de menor renda. A democratização efetiva dos benefícios da energia solar requer políticas mais inclusivas e mecanismos de financiamento adaptados às diferentes realidades socioeconômicas, considerando que apenas 22% das famílias com renda até 2 salários mínimos têm condições de investir em sistemas solares.

Para o futuro, recomenda-se o fortalecimento da estabilidade regulatória, a criação de um arcabouço jurídico mais sólido para a transição energética e a integração dos instrumentos fiscais com iniciativas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. A padronização dos incentivos fiscais entre os estados e o desenvolvimento de métricas de impacto socioambiental são essenciais para maximizar a eficácia das políticas públicas.

Conclui-se que os instrumentos fiscais e extrafiscais representam ferramentas eficazes para a expansão da energia solar no Brasil, como evidenciado pelo crescimento da capacidade instalada entre 2015-2024. Contudo, sua otimização para promover maior equidade social, aliada ao compromisso com a estabilidade regulatória e a inclusão de populações de menor renda, é essencial para que o Brasil possa se posicionar como referência mundial na transição energética justa e inclusiva.

O sucesso dessa transição dependerá da capacidade de articulação entre os diversos atores envolvidos – governo, setor privado e sociedade civil –, bem como da manutenção do compromisso político com a sustentabilidade energética como elemento estratégico do desenvolvimento nacional. A energia solar fotovoltaica, apoiada por instrumentos fiscais adequadamente estruturados e orientados para a inclusão social, configura-se como solução viável e necessária para os desafios energéticos e ambientais do século XXI.

REFERÊNCIAS

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Infográfico evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil**. São Paulo: ABSOLAR, 2025. Atualizado em 12 de mai. de 2025, nº 79. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3ª Ed. Brasília: ANEEL, 2008.** Disponível em: https://www.fisica.net/energia/atlas_de_energia_eletrica_do_brasul_3a-ed.pdf. Acesso em: 24 de mai. de 2024. ISBN: 978-85-87491-10-7.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/atren2012482.pdf>. Acesso em 02 de dez. de 2024.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 2 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>. Acesso em: 02 de dez. de 2024.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021**. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica; revoga as Resoluções Normativas ANEEL nº 414, de 9 de setembro de 2010; nº 470, de 13 de dezembro de 2011; nº 901, de 8 de dezembro de 2020 e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em: 31 de mai. de 2025.

AMARO, Luciano. **Direito tributário brasileiro**. 24ª Ed. São Paulo: Saraiva, 2021. ISBN: 978-6555592986.

BEXELL, Magdalena; JÖNSSON, Kristina. Realizing the 2030 Agenda for sustainable development – engaging national parliaments? **Policy studies**. Volume 43, nº 4, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01442872.2020.1803255>. Acesso em 05 de jun. de 2024.

BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento. **A energia solar no Brasil**. Publicado em: 24 de ago. de 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/energia-solar>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

Brasil. Casa Civil. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de

1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/552314/publicacao/15716463> Acesso em: 31 de mai. de 2025.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 10.637, de 30 de dezembro de 2002.** Dispõe sobre a não-cumulatividade na cobrança da contribuição para os Programas de Integração Social (PIS) e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (Pasep), nos casos que especifica; sobre o pagamento e o parcelamento de débitos tributários federais, a compensação de créditos fiscais, a declaração de inaptidão de inscrição de pessoas jurídicas, a legislação aduaneira, e dá outras providências. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/552513/publicacao/15757517>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 10.833, de 29 de dezembro de 2003.** Altera a Legislação Tributária Federal e dá outras providências. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/552709/publicacao/15757515>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 11.488, de 15 de julho de 2007.** Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infra-Estrutura - REIDI; reduz para 24 (vinte e quatro) meses o prazo mínimo para utilização dos créditos da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS decorrentes da aquisição de edificações; amplia o prazo para pagamento de impostos e contribuições; altera a Medida Provisória no 2.158-35, de 24 de agosto de 2001, e as Leis nos 9.779, de 19 de janeiro de 1999, 8.212, de 24 de julho de 1991, 10.666, de 8 de maio de 2003, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 4.502, de 30 de novembro de 1964, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 10.426, de 24 de abril de 2002, 10.833, de 29 de dezembro de 2003, 10.892, de 13 de julho de 2004, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 10.865, de 30 de abril de 2004, 10.925, de 23 de julho de 2004, 11.196, de 21 de novembro de 2005; revoga dispositivos das Leis nos 4.502, de 30 de novembro de 1964, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, e do Decreto-Lei no 1.593, de 21 de dezembro de 1977; e dá outras providências. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/572640/publicacao/15737564> Acesso em: 24 de mai. de 2025.

BRASIL. Casa Civil. (Brasil, 2007a). **Decreto nº 6.144, de 3 de julho de 2007.** Regulamenta a forma de habilitação e co-habilitação ao Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infra-Estrutura – REIDI, instituído pelos art. 1º ao 5º da Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/570315/publicacao/15738205>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

BRASIL. Casa Civil. (Brasil, 2007b). **Lei nº 13.576, de 26 de dezembro de 2017.** Dispõe sobre a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio) e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113576.htm. Acesso em: 22 de fev. de 2025.

BRASIL. Casa Civil. **Decreto nº 9.863, de 27 de junho de 2019.** Dispõe sobre o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel e sobre o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional da Energia. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/31158480/publicacao/31159321>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

BRASIL. Casa Civil. (Brasil, 2022a). **Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022**. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as leis nº 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm. Acesso em: 22 de fev. de 2025.

Brasil. Casa Civil. (Brasil, 2022b). **Decreto nº 11.158, de 29 de julho de 2022**. Aprova a tabela de incidência sobre Produtos Industrializados – TIPI. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/36160551/publicacao/36164790> Acesso em: 24 de mai. de 2025.

Brasil. Casa Civil. **Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024**. Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE); e altera as Leis nºs 12.187, de 29 de dezembro de 2009, 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), 6.385, de 7 de dezembro de 1976 (Lei da Comissão de Valores Mobiliários), e 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (Lei de Registros Públicos). Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/39923461>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

CAETANO, Emerson Reginaldo. PAZINATO, Liane Francisca Hüning. A tributação das emissões de carbono como instrumento de política pública no Brasil. *In: Direito Tributário e Financeiro*. Florianópolis: CONPEDI, 2024. Disponível em: <https://site.conpedi.org.br/publicacoes/351f5k20/z29q3ve1/nrwTsNKJ9IwP849l.pdf> Acesso em: 15 de jan. de 2025. ISBN: 978-85-5505-970-4.

CATALANO, Michele; FORNI, Lorenzo; Fiscal Policies for a Sustainable Recovery and Green Transformation. **Policy Research working paper**. Washington, DC: World Bank Group, 2022. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/499301633704126369>. Acesso em: 15 de abr. de 2025.

CONFAZ. Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS 18/18, de 3 de abril de 2018**. Altera o Convênio ICMS 16/15, que autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2018/CV018_18. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

CONFAZ. Conselho Nacional de Política Fazendária. **Convênio ICMS 204/2019, de 13 de dezembro de 2019**. Altera o Convênio ICMS 101/1997, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para aproveitamento das energias solar e eólica que especifica. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2019/CV204_19-1. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

CONFAZ. Conselho Nacional de Política Fazendária. (2022a). **Convênio ICMS 24/2022, de 7 de abril de 2022**. Altera o Convênio ICMS 101/1997, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para aproveitamento das energias solar e eólica que especifica. Disponível em:

https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2022/CV024_22. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

CONFAZ. Conselho Nacional de Política Fazendária. (2022b). **Convênio ICMS 94/2022, de 1º de julho de 2022**. Altera o Convênio ICMS 101/1997, que concede isenção do ICMS nas operações com equipamentos e componentes para aproveitamento das energias solar e eólica que específica. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2022/CV094_22. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

ELETROBRAS. **Resultados PROCEL 2023: ano base 2022**. http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2023/Procel_rel_2023_web.pdf Acesso em: 24 de mai. de 2025.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2023: Ano base 2022**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Nacional de Energia 2050**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-nacional-de-energia-2050>. Acesso em: 28 fev. 2025.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Atlas da Eficiência Energética – Brasil/2024 – Relatório de indicadores**. Rio de Janeiro: EPE, 2024. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-857/Atlas%20da%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20Brasil%202024.pdf>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **BEM – Relatório síntese 2024 – Ano base 2023**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-715/BEN_S%C3%ADntese_2024_PT.pdf. Acesso em: 25 de abr. de 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Cenários Energéticos – Plano Nacional de Energia 2055**. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-nacional-de-energia-2050>. Acesso em: 28 fev. 2025.

FERREIRA, Lindomayara França; SANTANA, José Ricardo de; RAPINI, Márcia Siqueira; MOURA, Fábio Rodrigues de. Financiamento à pesquisa em energia renovável no Brasil: uma análise a partir do Fundo Setorial de Energia. *In: Nova Economia*, volume 32, número 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6351/6984>. Acesso em: 4 de mai. de 2025.

FILHO, Ernani Teixeira Torres. COSTA, Fernando Nogueira da. BNDES e o financiamento ao desenvolvimento. *In: Economia e Sociedade*, volume 21, número especial, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-06182012000400011> Acesso em: 04 de mai. de 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>. Acesso em: 24 de mai. de 2025. ISBN: 978-85-24-04-347-5.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, 2025**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 24 de mai. de 2025.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **Mudança do clima 2023 – Relatório Síntese**. Trad. SJR Assessoria e Tradução LTDA. 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport_PO.pdf. Acesso em: 24 de mai. de 2025. ISBN: 978-92-9169-164-7.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios**. Brasília: IPEA, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3162/1/Mudan%C3%A7a%20do%20clima%20no%20Brasil....pdf>. Acesso em: 15 de mar. de 2025. ISBN: 978-85-7811-108-3.

MITSCHER, Martins; RÜTHER, Ricardo. Economic performance and policies for grid-connected residential solar photovoltaic systems in Brazil. *In: Energy Policy*, volume 49, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.009>. Acesso em: 03 de mai. de 2025.

MDS. Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome. **TRANSFORMANDO NOSSO MUNDO: A AGENDA 2030 PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**. Disponível em: [Agenda2030.pdf](#). Publicado em: 15 de set. de 2015. Acesso em 31 de mai. de 2025.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. (MMA, 2016a). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: Volume 1: estratégia geral: portaria MMA nº 150, de 10 de maio de 2016**. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80182/PNA_Volume%20I.pdf. Acesso em: 31 de mai. de 2025. ISBN: 978-55-7738-271-2.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. (MMA, 2016b). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: Volume 2: estratégias setoriais e temáticas: portaria MMA nº 150, de 10 de maio de 2016**. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/clima/arquivos/livro_pna_plano-nacional_v2_copy_copy.pdf. Acesso em: 31 de mai. de 2025. ISBN: 978-85-7738-272-9.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 538, de 15 de dezembro de 2015**. Cria o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia – ProGD. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/prt2015538mme.pdf>. Acesso em: 31 de mai. de 2025.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Matriz ab2023. Atualizada em 24 de julho de 2024**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/balanco-energetico-nacional/ben-2024/matriz-energetica-nacional-2024/matriz-ab2023.xlsx/@@download/file>. Acesso em: 05 de fev. de 2025.

NAGLE, Peter; TOVAR, Camilo E.; GUTIERREZ, Diego. **Powering the Future: Energy Transition Strategies for the ECCU**. IMF Selected Issues Paper, Western Hemisphere Department, SIP/2025/066. Washington, DC: International Monetary Fund, 2025. Disponível

em: <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/Selected-Issues-Papers/2025/English/SIPEA2025066.ashx>. Acesso em: 31 de mai. de 2025.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **Taxing Energy Use 2019: Using Taxes for Climate Action**, OECD Publishing: Paris, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/058ca239-en>. Acesso em: 05 de mai. de 2025. ISBN 978-92-64-62744-4.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **Tax Policy and Climate Change**. IMF/OECD Report for the G20 Finance Ministers and Central Bank Governors. Italy: IMF/OECD, 2021. Disponível em: <http://www.oecd.org/tax/tax-policy/imf-oecd-g20-report-tax-policy-and-climate-change.htm>. Acesso em: 05 de mai. de 2025.

PAZINATO, Liane Hunning. **Extrafiscalidade ambiental: a extrafiscalidade nos impostos brasileiros como instrumento jurídico-econômico de defesa do meio ambiente ecologicamente equilibrado**. Lumen Juris, 2020.

PAZINATO, Liane Francisca Hunning. CAETANO, Emerson Reginaldo. Promovendo sustentabilidade por meio da tributação das emissões de carbono. *In: Administração Pública, Sustentabilidade e Economia Verde*. Pelotas: Editora Repensar, 2024. Disponível em: <https://livrosparaomundo.com/livros/6-Administracao%20Publica-versao-final.pdf>. Acesso em: 05 de jan. de 2025. ISBN: 978-65-998106-8-8.

PES, Marcelo Pizutti; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Silvia Vitorino. **Energia solar: fundamentos para a otimização da geração fotovoltaica (fatores atmosféricos e de consumo de eletricidade)**. São José dos Campos: Ed. dos Autores, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/server/api/core/bitstreams/b36dfced-f26e-49c9-8b5c-255ec46e4b1e/content>. Acesso em: 03 de mai. de 2025. ISBN: 978-65-00-97510-9.

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; GONÇALVES, André Rodrigues; COSTA, Rodrigo Santos; LIMA, Francisco J. Lopes de; RÜTHER, Ricardo; ABREU, Samuel Luna de; TIEPOLO, Gerson Máximo; PEREIRA, Silvia Vitorino; SOUZA, Jefferson Gonçalves de. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2ª ed. São José dos Campos: INPE, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089> Acesso em: 05 de mai. de 2025. ISBN: 978-85-17-00089-8.

RICCI, Luciano; PUGLIA, Rafael; TAVARES, Osni. **Panorama geral dos incentivos fiscais à energia elétrica fotovoltaica no Brasil**. São Paulo: Vendemmia, 2023. Publicado em: 16 de mar. de 2023. Disponível em: <https://vendemmia.com.br/panorama-geral-dos-incentivos-fiscais-a-energia-solar-fotovoltaica-no-brasil/>. Acesso em: 31 de mar. de 2025.

SACKS, Jeffrey D.; LAFORTUNE, Guillaume; KROLL, Christian; FULLER, Grayson.; WOELM, Finn. **SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT: From Crisis to Sustainable Development: the SDGs as Roadmap to 2030 and Beyond**. Include the SDG Index and Dashboards. New York: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781009210058>. ISBN: 978-1-009-21008-9. Acesso em: 28 de mar. de 2024.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Geração distribuída pode encolher a conta de energia**. Brasília: SEBRAE, 2023. Publicado em: 03 de abr. de 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/geracao-distribuida-pode->

[encolher-a-conta-de-energia%2C7c16f638c9417810VgnVCM1000001b00320aRCRD?utm_source=chatgpt.com](https://www.senado.leg.br/estudos). Acesso em: 15 de fev. de 2025.

SILVA, Rutelly Marques da. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado, fevereiro/2015 (Texto para Discussão nº 166). Disponível em: [www.senado.leg.br/estudos](https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166). Acesso em 3 de fevereiro de 2025.

TAKATA, Márcio; KOLOSZUK, Ronaldo; SAUAIA, Rodrigo Lopes. **Políticas públicas para catalisar o desenvolvimento da energia solar no Brasil**. São Paulo: ABSOLAR, 2022. Publicado em: 08 de ago. de 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/artigos/politicas-publicas-para-catalisar-o-desenvolvimento-da-energia-solar-no-brasil/>. Acesso em: 31 de mai. de 2025.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. Rio de Janeiro: EPE, 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-172/Energia%20Renov%C3%A1vel%20-%20Online%2016maio2016.pdf>. Acesso em: 15 de mai. de 2025. ISBN: 978-85-60025-06-0.

TORRES, Maykow; SAUAIA, Rodrigo; KOLOSZUK, Ronaldo. **A evolução tecnológica fotovoltaica e seus benefícios para o Brasil**. São Paulo: ABSOLAR, 2024. Publicado em: 17 de jul. de 2024. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/a-evolucao-tecnologica-fotovoltaica-e-seus-beneficios-ao-brasil/>. Acesso em: 14 de abr. de 2025.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. (A/RES/70/1). Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>. Acesso em 30 de mai. de 2025.

ZILLES, Roberto; MACÊDO, Wilson Negrão; GALHARDO, Marcos André Barros; OLIVEIRA, Sérgio Henrique Ferreira de. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. ISBN: 978-85-7975-052-6.