

ENERGIA SOLAR E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: ANÁLISE DO PALMAS SOLAR COMO POLÍTICA FISCAL DE INCENTIVO À GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Bruna da Silva Costa¹
Fernanda Matos Fernandes de Oliveira Jurubeba²

RESUMO: O presente artigo analisa os efeitos da energia solar fotovoltaica na preservação do meio ambiente, destacando o cenário energético brasileiro e as mudanças viabilizadas pela transição para fontes renováveis. A pesquisa também examina o papel dos incentivos fiscais como instrumentos de fomento ao uso da energia solar, evidenciando a intervenção econômica do Estado na definição da matriz energética nacional. Como estudo de caso, aborda-se o programa "Palmas Solar", implementado no município de Palmas, Tocantins, e seus impactos na ampliação do uso da energia fotovoltaica. O programa é analisado como um modelo de política pública sustentável, podendo servir de referência para outros municípios na promoção do desenvolvimento energético e ambientalmente responsável.

1366

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica. Preservação ambiental. Incentivos fiscais.

ABSTRACT: This article analyzes the effects of photovoltaic solar energy on environmental preservation, highlighting Brazil's energy landscape and the changes enabled by the transition to renewable sources. The research also examines the role of tax incentives as instruments to promote the use of solar energy, emphasizing the State's economic intervention in shaping the national energy matrix. As a case study, the "Palmas Solar" program, implemented in Palmas, Tocantins, is analyzed for its impact on expanding the use of photovoltaic energy. The program is evaluated as a model of sustainable public policy, potentially serving as a reference for other municipalities in fostering environmentally responsible energy development.

Keywords: Photovoltaic solar energy. Environmental preservation. Tax incentives.

¹ Graduanda de Direito da Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS).

² Professora de Direito Tributário da Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS). Doutora em Direito Constitucional pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR/CE);

I INTRODUÇÃO

A evolução da sociedade, dos meios de produção e dos estilos de vida trouxe consigo um aumento significativo na demanda por recursos naturais, tornando insustentável a manutenção de uma população global de aproximadamente oito bilhões de pessoas sem a adoção de práticas efetivas de preservação ambiental. Nesse cenário, a transição energética torna-se uma necessidade imperativa, uma vez que a dependência de fontes não renováveis não apenas compromete a disponibilidade futura de recursos, mas também intensifica os impactos ambientais negativos, como a emissão de gases de efeito estufa e o esgotamento de reservas fósseis.

A busca por alternativas energéticas mais sustentáveis tem levado à crescente valorização das fontes renováveis, que, além de serem inesgotáveis, apresentam menor impacto ambiental. No Brasil, a matriz energética é predominantemente composta por hidrelétricas, cuja utilização, apesar de renovável, não está isenta de desafios. A construção de barragens e usinas hidrelétricas tem causado impactos socioambientais expressivos, incluindo deslocamento de comunidades, perda de biodiversidade e alterações no curso dos rios, o que levou à criação de movimentos sociais, como o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), que luta pela defesa dos direitos das populações impactadas por tais empreendimentos.

Dante desse panorama, a diversificação da matriz energética nacional surge como medida indispensável, sobretudo pela incorporação de fontes efetivamente limpas e sustentáveis. A energia solar fotovoltaica desponta, nesse contexto, como uma alternativa estratégica, favorecida pela expressiva incidência de radiação solar em grande parte do território brasileiro, além de apresentar menor impacto ambiental em comparação com outras modalidades de geração.

Entretanto, para além das condições geográficas e da viabilidade técnica da tecnologia fotovoltaica, sua expansão depende de políticas públicas eficazes, capazes de democratizar o acesso à geração distribuída e de oferecer mecanismos concretos de incentivo. Dentre esses mecanismos, os incentivos fiscais exercem papel decisivo ao reduzir os custos de investimento e estimular a adesão por parte de consumidores, empresas e entes públicos.

Nesse sentido, o presente estudo se propõe a analisar a atuação do poder público na promoção da energia solar fotovoltaica a partir da concessão de benefícios fiscais, tendo como foco o programa "Palmas Solar", desenvolvido no município de Palmas, capital do Estado do

Tocantins. Por meio de abordagem bibliográfica e exploratória, busca-se compreender como políticas locais de natureza fiscal podem contribuir para a mitigação dos impactos ambientais, reafirmando o papel da tributação como instrumento de indução ao desenvolvimento sustentável no contexto urbano.

2 ENERGIA SOLAR E A PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

2.1 A Crise Ambiental e a Necessidade de Fontes de Energia Sustentáveis

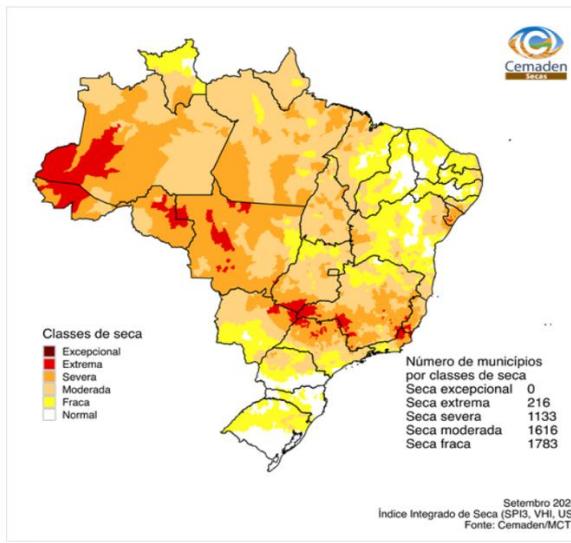
O Brasil atravessa uma conjuntura ambiental crítica, marcada pelo avanço da desertificação, pela intensificação dos períodos de estiagem e por índices alarmantes de incêndios florestais em diferentes biomas. Esses fenômenos, cuja recorrência tem aumentado nas últimas décadas, comprometem severamente a biodiversidade e ampliam a emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para o agravamento das mudanças climáticas globais. Nesse cenário, torna-se premente a adoção de soluções estruturantes que priorizem a sustabilidade ambiental, entre as quais se destaca a transição para uma matriz energética limpa e diversificada.

1368

Embora o país possua uma matriz energética predominantemente renovável, com destaque para as hidrelétricas, essa fonte de energia não está isenta de desafios. A construção de barragens tem causado graves impactos ambientais e sociais, levando ao deslocamento de comunidades e à alteração de ecossistemas inteiros. Além disso, o modelo hidrelétrico apresenta vulnerabilidades, sobretudo em períodos de estiagem prolongada, que comprometem a geração de energia e tornam o sistema menos confiável.

De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), em setembro de 2024 foram registrados índices alarmantes de seca em diversas regiões do país, e as projeções indicam que esse cenário tende a se agravar nos meses seguintes. Tais dados evidenciam a necessidade de diversificação da matriz energética brasileira,

reduzindo a dependência de um único modelo de geração e incorporando alternativas realmente sustentáveis.



Apesar desse contexto, há políticas que contrariam a busca por sustentabilidade. O próprio Ministério de Minas e Energia, ao invés de priorizar o desenvolvimento de fontes limpas, anunciou a necessidade de dobrar a capacidade das usinas termelétricas, que são altamente poluentes e contribuem para o aumento da temperatura global. Segundo declaração do ministro da pasta: “Infelizmente, temos de dobrar o parque térmico por causa dos efeitos climáticos, a temperatura está subindo. O Brasil nunca tinha consumido, antes de setembro deste ano [2024], 105 gigawatts em uma tarde de energia. A média é 85.” (Agência Brasil, 2024)

1369

O incentivo ao uso de fontes fósseis, como carvão e gás natural, além de ser um retrocesso ambiental, intensifica os impactos negativos sobre o meio ambiente e atrasa o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis.

A Agência Brasil reforça esse panorama preocupante, ao divulgar que o Brasil registrou 180.137 focos de incêndio em 2024, representando 50,6% de todos os incêndios da América do Sul. Esse número corresponde a um aumento de 108% em relação ao mesmo período de 2023, quando foram contabilizados 86.256 focos entre janeiro e setembro. Além disso, o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima alertou que 58% do território brasileiro já enfrenta algum grau de seca, sendo que em um terço do país a estiagem é classificada como severa, veja-se:

O Brasil registrou 180.137 focos em 2024, 50,6% dos incêndios da América do Sul. O número é 108% maior em relação ao mesmo período de 2023, quando foram anotados 86.256 focos entre janeiro e 13 de setembro.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, associados a essa prática, os incêndios florestais no Brasil e em outros países da América do Sul são intensificados pela mudança do clima, que causa estiagens prolongadas em biomas como o Pantanal e a Amazônia. Em 2024, 58% do território nacional são afetados pela seca. Em cerca de um terço do país, o cenário é de seca severa. (Agência Brasil, 2024)

Diante desse cenário, fica evidente que a transição energética para fontes limpas e renováveis não é apenas uma alternativa viável, mas uma necessidade urgente. Entre as soluções sustentáveis, a energia solar fotovoltaica destaca-se como uma alternativa promissora, pois é abundante, não gera emissões durante sua operação e pode ser implementada em larga escala sem os impactos negativos associados às hidrelétricas ou às termelétricas. A adoção de incentivos fiscais e políticas públicas voltadas à expansão dessa fonte pode desempenhar um papel crucial na redução da dependência de fontes poluentes, contribuindo para a preservação ambiental e para a segurança energética do país.

2.2 Tipos de Fontes de Energia e Suas Implicações Ambientais: Comparativo entre energias renováveis e não-renováveis

As fontes de energia não renováveis são recursos finitos, cuja exploração e consumo são insustentáveis a longo prazo. Entre as mais utilizadas destacam-se o carvão mineral e o petróleo, cujos processos de combustão resultam em uma elevada emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Essa liberação intensifica o aquecimento global e desencadeia impactos ambientais severos, como mudanças climáticas extremas, elevação do nível do mar e degradação da biodiversidade, colocando em risco a estabilidade ecológica e a qualidade de vida das futuras gerações.

Por outro lado, as energias renováveis, como a hidráulica, solar e eólica, são inesgotáveis, pois renovam-se constantemente. Apesar de serem chamadas de “fontes limpas” de energia, elas produzem um certo impacto ao meio ambiente, variando entre os tipos de energia, mesmo assim, não há comparações em relação aos prejuízos causados pelas fontes não renováveis.

A energia hidráulica é uma fonte variável ao longo do ano, pois depende dos períodos de chuva. Para que haja energia nas épocas mais secas são construídos reservatórios, onde serão armazenados os excedentes da época de maior intensidade de chuvas para se utilizar no período de estiagem. Quanto aos prejuízos a Empresa de Pesquisa energética (EPE) afirma que:

A construção de uma **barragem** prejudica os peixes que se deslocam ao longo do rio em busca de locais para reprodução, mas para diminuir esse problema, podem ser

construídas passagens artificiais. Além disso, o alagamento de áreas pode causar o deslocamento de pessoas que moram por ali e atrair outras pessoas que vem trabalhar na construção da usina. O quanto essas questões serão importantes vai depender do tamanho da usina e das características do rio e da região onde for construída. Por isso, antes da instalação de **grandes empreendimentos**, realizam-se os **Estudos de Impacto Ambiental (EIA)**, que preveem os impactos e quais as ações necessárias para mitigá-los (diminuí-los). (CONCEG, 2022) (grifos nossos)

A energia eólica aproveita-se do vento para produção de massas de ar que geram energia, através de aerogeradores que possuem hélices enormes. Segundo a EPE, é necessário que seja uma região com bastante vento, avaliando os riscos que podem ser produzidos as aves e a degradação do ambiente natural para a sua implantação.

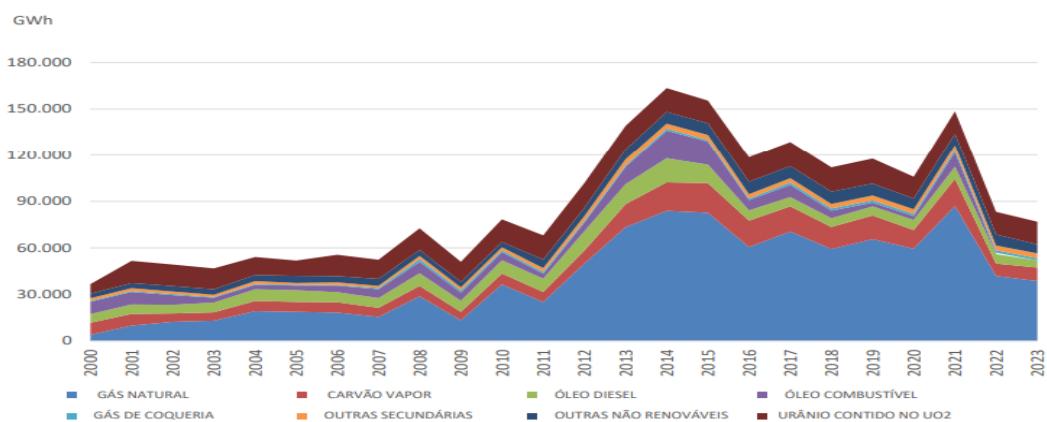
A energia solar pode ser aproveitada a forma de calor e na forma de luz, em especial a fotovoltaica pode ser utilizada de forma a maximizar a produção de energia e diminuir a degradação do meio ambiente ao utilizar áreas já desmatadas, conforme cita o EPE:

Nos **painéis fotovoltaicos**, a **radiação solar** (luz) interage com um material **semicondutor** (geralmente, o silício), gerando **eletricidade** diretamente. Os sistemas fotovoltaicos não geram eletricidade à noite. As áreas no Brasil com melhor incidência de radiação solar estão localizadas na região Nordeste (veja aqui o mapa da irradiação solar no plano inclinado, adequado para geração fotovoltaica). As usinas solares fotovoltaicas (formada pro um conjunto de painéis) precisam ser instaladas em áreas sem cobertura vegetal, portanto as áreas já desmatadas podem ser escolhidas, diminuindo a degradação do **meio ambiente**. Painéis (ou placas) solares também podem ser instalados em telhados de casas, shoppings e estacionamentos. Isto é chamado de **Geração Distribuída** ou **microgeração**. O custo das **placas solares** ainda é elevado, mas está cada vez mais acessível no Brasil. (CONCEG, 2022) (grifos nossos)

1371

A respeito da utilização de energia renováveis no Brasil, a EPE, apresentou os seguintes dados no Balanço Energético (BEM) de 2024:

Gráfico 1.1.a - Geração de energia elétrica: fontes não renováveis
Chart 1.1.a – Electricity generation: non-renewable sources

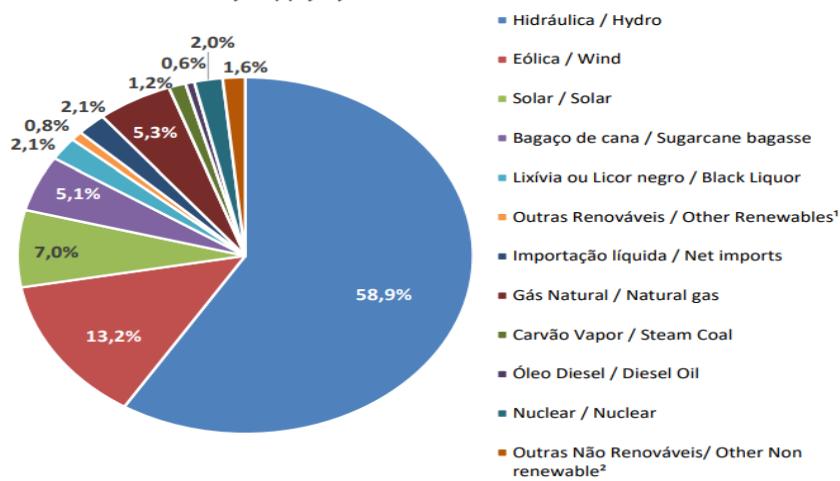


Observa-se que, na última década, o Brasil tem avançado na redução do uso de fontes de energia altamente poluentes, apresentando apenas oscilações pontuais nesse processo. Esse

avanço deve-se, em grande parte, à ampliação do uso de fontes renováveis, impulsionada por políticas ambientais, tratados internacionais e convenções das quais o país é signatário.

De acordo com os dados do Balanço Energético Nacional (BEN), as energias renováveis já representam mais de 80% da matriz energética brasileira, consolidando o país como uma das nações com maior participação de fontes sustentáveis em sua produção de energia:

Gráfico 1.1.b - Oferta Interna de Energia Elétrica por Fonte
Chart 1.1.b – Total Electricity Supply by Source



Apesar de a participação da energia solar na matriz energética brasileira ainda ser relativamente baixa, o país tem demonstrado avanços significativos no cenário global. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), em 2017, o Brasil ocupava a décima posição no ranking mundial de geração solar fotovoltaica. No entanto, poucos anos depois, em 2023, alcançou a sexta colocação, evidenciando um crescimento expressivo no setor. (Portal Solar, 2024)

1372

Esse progresso reflete a expansão contínua do uso da energia solar fotovoltaica, consolidando sua importância tanto no contexto nacional quanto internacional. O aumento da adoção de fontes renováveis com menor impacto ambiental sinaliza uma transição energética promissora, na qual o Brasil tem se destacado como potência emergente, servindo de referência para países vizinhos e para o avanço global da sustentabilidade energética.

2.3 A Energia solar fotovoltaica como solução sustentável: benefícios e desafios

A energia solar fotovoltaica, tem demonstrado ser uma excelente solução para a crise ambiental vivida, a EPE (2021) afirma que o território brasileiro possui características favoráveis

para a implantação, como a incidência demasiada de raios solares, principalmente em regiões como o nordeste, que é referência.

Além das vantagens territoriais, a energia solar fotovoltaica não é poluente, é compacta e tem baixo custo de manutenção. Nesse sentido, AMERICA DO SOL, 2018:

O Brasil é um país com grande potencial para geração de energia, recebe grandes índices de irradiação e é um dos países que mais produz silício do mundo, material usado para confecção de placas solares. O país é um dos que tem as fontes energéticas mais limpas, com isso, o sistema vem para completar a geração de consumo, diminuindo as perdas com transmissão.

Complementando, MACHADO e MIRANDA:

O Brasil é um país privilegiado no contexto da energia fotovoltaica já que apresenta altos níveis de radiação solar. A irradiação média anual varia entre 1200 e 2400 KWh/m²/ano, enquanto na Alemanha fica entre 900 e 1250 KWh/m²/ano. Além disso, temos uma das maiores reservas de quartzo de qualidade e somos o quarto maior produtor de silício grau metalúrgico do mundo, que é a primeira etapa para produção de silício grau solar. (grifos nossos)

Logo, é evidente o Brasil possui diversos fatores físicos, como incidência dos raios solares e uma das maiores reservas de silício do mundo, tornando ainda mais atrativo o uso desta fonte de energia (MACHADO e MIRANDA).

No que se refere ao armazenamento de energia, as placas solares possuem baterias que acumulam o excedente gerado em dias ensolarados, permitindo seu uso durante os períodos de maior consumo ou quando não há incidência de radiação solar, como à noite ou em dias nublados.

1373

Também merece destaque a facilidade do uso de tal fonte de energia, como solução para acesso à energia elétrica em regiões isoladas, pois o sistema não necessita de grandes linhas de distribuição. Na imagem abaixo há um exemplo fornecido pela América do Sol:



Uso de energia solar em comunidades sem acesso a rede de distribuição de energia elétrica.

Fonte: <http://www.americadosol.org/eletroficação-rural-solar/>

Apesar de todos os pontos positivos, ainda existem diversos desafios para a plena difusão da energia solar como o alto custo para a produção das placas solares.

Ademais, o impacto significativo causado pela COVID-19 trouxe grandes desafios para diversos setores da indústria, incluindo o setor de energia, onde houve uma expressiva redução na demanda por novos projetos devido aos intensos efeitos econômicos (Hoang et al., 2021; Jiang et al., 2021).

Como consequência, muitos projetos foram interrompidos por problemas de abastecimento e atrasos no envio de suprimentos, além do aumento global nos preços das matérias-primas, que elevou os custos dos componentes básicos para a geração de energia eólica e solar (REN21, 2022). Contudo, apesar das adversidades impostas pela pandemia, o setor de energia conseguiu alcançar posições importantes em termos de capacidade de geração global (Hoang et al., 2021; REN21, 2022).

Mesmo não estando mais em estado de calamidade que se encontrava na época do COVID-19, as consequências perduram até hoje, no preço dos materiais necessários para a construção das placas.

Além disso, o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica (CRESESB), aponta como ponto negativo do sistema fotovoltaico é a incapacidade de gerar energia durante a noite. Vale destacar que, em dias chuvosos ou nublados, ainda ocorre a geração de eletricidade, porém com menor eficiência em comparação a dias ensolarados. Uma alternativa possível é o uso de baterias para armazenar energia, embora a montagem de um banco de baterias seja dispendiosa e apresente uma vida útil relativamente curta, geralmente de 4 a 5 anos. (CRESESB, perguntas frequentes, 2025)

1374

3 A TRIBUTAÇÃO COMO INSTRUMENTO DE FOMENTO À ENERGIA SUSTENTÁVEL

3.1 Intervenção estatal sobre o domínio econômico por meio da tributação

Historicamente, governos intervencionistas têm utilizado a tributação como um instrumento de regulação econômica, tanto para incentivar determinadas atividades e comportamentos quanto para reprimir práticas consideradas prejudiciais ao interesse público. A tributação, portanto, não se limita a uma função meramente arrecadatória, mas também reflete os valores e princípios predominantes em cada período histórico.

Nesse contexto, é possível identificar os fundamentos que orientam a sociedade atual por meio das diretrizes estabelecidas na tributação. Um exemplo emblemático dessa intervenção estatal no domínio econômico está na Constituição Federal de 1988, que delimitou áreas e setores que não podem ser onerados por tributos, consolidando princípios essenciais à ordem econômica e social, conforme demonstrado a seguir:

Art. 150. Sem prejuízo de outras garantias asseguradas ao contribuinte, é vedado à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios:

[...]

III - cobrar tributos:

a) em relação a fatos geradores ocorridos antes do início da vigência da lei

VI - instituir impostos sobre:

a) patrimônio, renda ou serviços, uns dos outros;

b) templos de qualquer culto;

b) entidades religiosas e templos de qualquer culto, inclusive suas organizações assistenciais e benéficas;

c) patrimônio, renda ou serviços dos partidos políticos, inclusive suas fundações, das entidades sindicais dos trabalhadores, das instituições de educação e de assistência social, sem fins lucrativos, atendidos os requisitos da lei;

d) livros, jornais, periódicos e o papel destinado a sua impressão.

e) fonogramas e videofonogramas musicais produzidos no Brasil contendo obras musicais ou literomusicais de autores brasileiros e/ou obras em geral interpretadas por artistas brasileiros bem como os suportes materiais ou arquivos digitais que os contenham, salvo na etapa de replicação industrial de mídias ópticas de leitura a laser.

A partir desses pilares, são criadas leis que visam modificar a forma como as tributações 1375
são cobradas para que haja o incentivo ou o desincentivo de determinados fatos geradores.

Por fim, é fundamental destacar que qualquer alteração na estrutura tributária, seja por meio de isenções, redução de alíquotas ou outros incentivos fiscais, reflete os valores e prioridades de uma sociedade, influenciando diretamente sua dinâmica econômica e desenvolvimento futuro.

3.2 Tributação extrafiscal: conceito e aplicações na preservação ambiental

A tributação desempenha duas funções principais. A primeira, mais comum, é a função fiscal, que tem como objetivo arrecadar recursos para abastecer os cofres públicos, garantindo que o Estado possa cobrir suas despesas e alcançar seus objetivos. A segunda é a função extrafiscal, que vai além da simples arrecadação de recursos, sendo utilizada como instrumento de intervenção em questões específicas que o Estado considera relevantes (CAVALCANTI, 2017).

A Carta Magna, define como um dos princípios da ordem econômica:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existências dignas, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

[...]

VI - Defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação;

Norteado pelo princípio da defesa do meio ambiente a Política Nacional de Mudanças do Clima –PNMC (Lei 12.187/2009) alude que:

Art. 6º São instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima: [...] VI - as medidas fiscais e tributárias destinadas a estimular a redução das emissões e remoção de gases de efeito estufa, incluindo alíquotas diferenciadas, isenções, compensações e incentivos, a serem estabelecidos em lei específica. (BRASIL, 2009).

O meio ambiente é direito fundamental, por isso, é dever do Estado a sua preservação através de políticas públicas, como a intervenção fiscal nas questões que versem sobre essa matéria, papel este dos tributos extrafiscais.

Os tributos ambientais têm como finalidade conciliar proteção e preservação do meio ambiente, atuando como um instrumento de desestímulo a determinadas atividades poluidoras. Dessa forma, o Estado utiliza a tributação como mecanismo regulatório, impondo encargos específicos sobre atividades com impacto ambiental significativo, com o objetivo de modificar a conduta dos agentes econômicos e incentivar práticas mais sustentáveis.

1376

Além disso, uma estratégia amplamente adotada é a concessão de incentivos fiscais voltados à proteção ambiental. Esses benefícios são estruturados para favorecer agentes econômicos que adotem práticas alinhadas aos interesses do Estado e/ou do município, estimulando ações que contribuam para a preservação do meio ambiente e para o desenvolvimento sustentável.

3.3 O Papel da tributação na promoção da energia solar fotovoltaica no brasil

A tributação desempenha um papel essencial no desenvolvimento sustentável, especialmente ao reduzir alíquotas ou conceder isenções fiscais para a produção e expansão de fontes de energia renováveis. Essas medidas não apenas incentivam a adoção de uma matriz energética mais ecológica, mas também impulsionam o desenvolvimento de novas tecnologias, contribuindo para a redução dos custos de produção e o aumento da eficiência energética.

Alguns impostos têm demonstrado ser grandes barreiras para a promoção da Energia solar fotovoltaica no Brasil, como ICMS e o COSIP, Micheletti aponta que:

Alguns dos principais obstáculos da microgeração e minigeração distribuída estão intrinsecamente ligados a incidência de ICMS na energia injetada na rede e que é usada como forma de compensação pela energia consumida posteriormente, como também a cobrança de Contribuição para Custo do Serviço de Iluminação Pública (COSIP) (MICHELETTI, 2020).

Visando diminuir os empecilhos causados pelo ICMS e promover o uso de energia solar fotovoltaica no país, após a revisão da Resolução Normativa nº 687/2015, o Estado firmou um acordo por meio do CONFAZ, com a celebração do Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015. Esse convênio conferiu às Unidades Federativas a competência para conceder isenção do ICMS nas operações internas relacionadas à circulação de energia elétrica proveniente de geração distribuída no sistema de compensação de energia.

O CONFAZ tem por objetivo a isenção do ICMS sobre a micro e minigeração de energia elétrica que forem geradas por fontes sustentáveis e enviadas as redes de distribuição de energia.

Seguindo a linha do incentivo a micro e minigeração a ANEEL implementou em 2012, um dos principais incentivos à geração de energia solar no Brasil é a regulamentação da microgeração residencial. Essa normativa permite que qualquer residência instale painéis solares para geração autônoma de energia. Além de reduzir o consumo de energia fornecida pela distribuidora, ela possibilita que, durante os períodos de maior produção, o excedente seja injetado na rede de distribuição (ANEEL, 2012). 1377

O crédito gerado pela produção acima do utilizado pelos consumidores, acarreta uma injeção a mais de energia na rede de distribuição, podendo inclusive ajudar as cidades onde a demanda se tornou mais alta do que a fornecedora de energia consegue produzir, ocasionalmente gerando apagões, principalmente, em épocas de estiagem. Para tanto, Victoria Maltchik e Paulo Silveira, apud Kalil, argumentam que:

Dado o exposto, o consumidor que gerar a sua própria energia elétrica poderá fornecer o excedente de seu consumo para a rede de distribuição local. Por consequência, determinou-se um sistema de compensação, permitindo “que a energia injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora seja cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa a ser consumida” dentro do prazo estipulado (KALIL, 2016, p. 263). Não bastasse isso, o crédito obtido poderá abater não somente o consumo da unidade consumidora que gerou o crédito, como também outras unidades consumidoras, desde que sejam de mesma titularidade e que façam parte da mesma região de concessão (KALIL, 2016, p. 263).

Nesse sentido o Estado, visando ampliar essa modalidade de energia sustentável, criou diversas modalidades de políticas públicas, como enuncia Silva (2013):

Dentre estas políticas públicas nacionais, podem ser citados os descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD), o Convênio nº 101, de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI) e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS), que incentivam o setor de energias renováveis no Brasil. (SILVA, 2013, p.374)

O Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) também tem sido um aliado, uma vez que cobrado apenas em uma parte da cadeia produtiva para não sobrecarregar a produção de itens industrializados, dessa forma o Decreto 7.212/2010, caracteriza o IPI:

Art. 4º Caracteriza industrialização qualquer operação que modifique a natureza, o funcionamento, o acabamento, a apresentação ou a finalidade do produto, ou o aperfeiçoamento para consumo, tal como (Lei nº 5.172, de 1966, art. 46, parágrafo único, e Lei nº 4.502, de 1964, art. 3º, parágrafo único):

III - a que consista na reunião de produtos, peças ou partes e de que resulte um novo produto ou unidade autônoma, ainda que sob a mesma classificação fiscal (montagem)

Outro imposto de grande influência é o imposto de importação, em 2024, a Resolução GECEX nº 666, alterou a alíquota do imposto de importação de células fotovoltaicas, sobre esta resolução a Secretaria de comunicação social do Governo elucida que:

1378

A medida favorece a produção local de componentes e insumos, como células, wafers e módulos, reduzindo a dependência externa e aumentando o valor agregado no país. Além de estimular o fortalecimento da indústria solar nacional contribui para a diversificação da matriz energética, alinhando-se aos compromissos ambientais e climáticos do Brasil.

Outro detalhe é que a medida impacta as células fotovoltaicas montadas em painéis solares, ou seja, módulos fotovoltaicos já montados. Dessa forma, a medida atende tanto a indústria nacional que fabrica células voltaicas, assim como toda uma cadeia envolvida na elaboração e implementação de projetos de painéis solares. (Grifos nossos)

Além disso, a resolução estabelece que empresas importadoras de módulos fotovoltaicos poderão usufruir da isenção tributária por meio de uma cota de US\$ 1.014.790.000, vigente até 30 de junho de 2025. Conforme definido pelo Gecex-Camex, o benefício será extinto ao atingir a data limite ou quando o saldo disponível for integralmente utilizado, o que ocorrer primeiro. (Resolução GECEX nº 666, 2024).

Visando incentivar e aumentar a cadeia produtiva brasileira dos itens bem como dos painéis montados, em detrimento dos importados, a resolução retomencionada elevou a alíquota de imposto de importação para 25%. (Resolução GECEX nº 666, 2024)

Ademais, com o advento da Lei nº.484/2007, a aquisição de máquinas, equipamentos, aparelhos, instrumentos utilizados na implantação dos investimentos industriais tiveram reduções a 0% nas alíquotas do Imposto de Importação (II), Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), Contribuições do Programa de Integração Social (PIS) e de Financiamento da Seguridade Social (COFINS).

Posteriormente, em 2022, foi publicada a Lei 14.300/2022, estabeleceu novas regras tributárias para a geração distribuída de energia solar, equilibrando incentivos e sustentabilidade fiscal. Sistemas de até 1 MW mantiveram a isenção de PIS/COFINS, beneficiando residências e pequenas empresas e estimulando a adoção da tecnologia. Já projetos acima desse limite passaram a ter cobrança progressiva, visando maior equidade no setor elétrico.

A lei também garantiu um período de transição até 2045 para instalações existentes, assegurando segurança jurídica aos investidores. Dessa forma, o marco legal busca fomentar a energia solar sem sobrecarregar o sistema, promovendo crescimento sustentável da geração distribuída no Brasil.

O Governo Federal tem demonstrado forte compromisso com o fomento à energia solar fotovoltaica, incorporando-a como eixo estratégico em programas governamentais e políticas públicas setoriais. Um marco recente dessa política foi a publicação da Portaria nº 78/GM/MME pelo Ministério de Minas e Energia, que regulamenta a concessão de incentivos fiscais para projetos de minigeração distribuída em âmbito nacional. A normativa detalha os procedimentos para enquadramento no Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), reforçando o papel do Estado no estímulo a investimentos em infraestrutura sustentável.

1379

Percebe-se, portanto, a grande influência que os tributos possuem no incentivo do aumento do uso da energia solar fotovoltaica na matriz brasileira de energia, possibilitando menor preço para fabricação e comércio, bem como incentivos aos consumidores.

4 INCENTIVOS FISCAIS PARA ENERGIA SOLAR NO MUNICÍPIO DE PALMAS

4.1 Políticas públicas locais para preservação ambiental: o município de palmas e o Tocantins

O Estado do Tocantins, apesar de muito novo, com apenas 35 anos, possui diversos planejamentos visando a preservação ambiental. Através da Secretaria de Estado do Meio

Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), tem atuado de maneira contínua desenvolvendo projetos que buscam cada vez mais a melhoria dessas políticas públicas ambientais.

Em 1989, o Estado criou o Naturatins (Instituto Natureza do Tocantins), inicialmente chamado de Fundação Natureza do Tocantins, com o objetivo de promover estudos e ações voltadas à preservação ambiental e uso sustentável dos recursos naturais. Sua implantação marcou um avanço na gestão ambiental da região, possibilitando o licenciamento ambiental e a fiscalização, por meio de medidas de comando e controle, como a aplicação de autos de infração para violações da legislação ambiental. (Governo do Estado do Tocantins, 2024)

No site do Governo do Estado e no site da prefeitura de Palmas é possível encontrar as principais políticas públicas responsáveis pela preservação do meio ambiente bem como diminuição da degradação ambiental inerente ao homem moderno. Dentre as políticas públicas, vale destacar:

Plano Estadual de Resíduos sólidos: Foram definidos diretrizes e metas para incentivar os municípios a adotarem ações regionalizadas, buscando aumentar a eficiência e reduzir custos no gerenciamento de resíduos sólidos. Essas medidas estão alinhadas à Lei Federal nº 12.305/2010, que estabelece uma ordem prioritária obrigatória na gestão de resíduos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada.

Plano Estadual de Recursos hídricos: instaurou normas e programas para alinhar as demandas hídricas do Estado com a preservação e conservação do meio ambiente.

REDD+ (Redução de Emissões de gases de efeito estufa provenientes do Desmatamento e da Degradação florestal): Incluir diversos subprogramas e viabilizar a conversão de carbono em ativos financeiros para apoiar atividades de baixo impacto ambiental e com garantias sociais.

Premiação pela manutenção de biomas: aqueles que preservarem o meio ambiente direta ou indiretamente ganham o direito ao ICMS ecológico. Os municípios que implementam políticas ambientais, como combate a queimadas, conservação da biodiversidade, manejo sustentável do solo, saneamento básico e turismo sustentável, podem receber até 13% de premiação. Essa recompensa é concedida através de parcelas adicionais do ICMS arrecadado pelo Estado.

Palmas Solar: incentivos fiscais para o uso de energia solar fotovoltaica.

Foco no fogo: realiza ações preventivas em áreas estratégicas, alcançando mais de 3,8 mil pessoas em propriedades rurais e 6,1 mil em escolas urbanas e rurais. Destaque para a parceria com as 32 instituições do Comitê do Fogo, o Manejo Integrado do Fogo (MIF) e o Exército do Fogo, que conta com cerca de 1.080 brigadistas, incluindo equipes do Ibama, Naturatins, Semarh/Defesa Civil e 100 Brigadas Municipais financiadas pelo ICMS Ecológico.

Renova Palmas: inclui os projetos de Coleta Seletiva, Reciclagem do Óleo Residual, Logística Reversa e Compostagem da Fração Orgânica.

Muda Clima: preservar e ampliar as áreas arborizadas em Palmas/TO

Água viva: visa proteger as nascentes e olhos d'água de córregos e ribeirões, assegurando a disponibilidade de água com qualidade adequada às demandas do município.

Esses são os principais programas listados. É notável, portanto, que se trata de um Estado preocupado com a pauta ambiental, avançando ano após ano para se tornar cada vez mais sustentável, com políticas públicas de preservação em todos os âmbitos do meio ambiente.

4.2 Análise dos incentivos fiscais existentes no município de palmas para energia solar fotovoltaica

O Município de Palmas é a capital mais nova do Estado mais novo do Brasil. Apesar de ser tão recente, o famoso programa “Palmas Solar” lhe conferiu notoriedade no cenário brasileiro quando se fala de utilização de energia solar fotovoltaica, segundo ABSOLAR, o Tocantins encontra-se na décima nona posição:



1381

Fonte: ABSOLAR, 08/11/2024, Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

A respeito do projeto que o Estado do Tocantins a frente de diversos estados mais antigos, tem-se o “Palmas Solar”, incentivando um desenvolvimento sustentável na cidade,

através de políticas que visam o crescimento da adoção do uso de energia solar fotovoltaica na cidade.

Instituído pela Lei Complementar nº 327, de 24 de novembro de 2015, o programa Palmas Solar promoveu incentivos ao desenvolvimento tecnológico e à adoção de sistemas para conversão e aproveitamento de energia solar.

Conforme apresentado por Ivone Fonseca (2021), os incentivos incluem descontos de até 80% no IPTU por cinco anos para edificações com sistemas fotovoltaicos, redução de até 80% no ITBI na primeira transmissão de imóveis sustentáveis e abatimentos de até 80% no ISSQN para atividades ligadas à fabricação, comercialização e instalação de sistemas solares. Além disso, há uma redução de até 25% na Outorga Onerosa do Direito de Construir para edificações que adotam essa tecnologia. Esses benefícios reforçam o compromisso público com a transição para uma matriz energética limpa e incentivam a adoção da energia solar no meio urbano.

Quanto às porcentagens dos incentivos fiscais, no endereço eletrônico do governo de Palmas é afirmado que funcionará da seguinte forma:

Quem solicitou incentivos fiscais de 2016 a 2020 conseguiu desconto no IPTU de até 80%, válido por cinco anos. Já quem deu entrada a partir de 2021 até 2025, o desconto máximo será de 60%; de 2026 a 2030 o desconto será de até 40%; e de 2031 a 2035, quando está previsto o término do programa, o desconto será de 20% (veja tabela abaixo). O desconto no IPTU deverá ser solicitado até o dia 15 de dezembro de cada ano, e terá vigência a partir do ano fiscal seguinte. Já o incentivo no ITBI começa a vigorar a partir da emissão do Selo Palmas Solar por parte do município.

1382

O cancelamento dos incentivos poderá ocorrer em caso de inadimplência de três parcelas de qualquer obrigação com o Tesouro Municipal ou não apresentação no prazo determinado da conta de energia. (Site: Prefeitura de Palmas, 2021)

Além de incentivar a ampliação do uso da energia solar em residências e empresas, o programa estabelece a obrigatoriedade de previsão para a instalação de sistemas fotovoltaicos em todas as obras públicas municipais. Essa exigência não apenas fortalece o mercado de energia solar, estimulando seu crescimento, mas também posiciona a cidade como referência em sustentabilidade, servindo de modelo para outros municípios e promovendo maior conscientização ambiental entre os cidadãos.

4.3 Efeitos econômicos e ambientais dos incentivos fiscais locais

Acerca dos efeitos econômicos e de geração de bem-estar na população com a adesão dos incentivos fiscais, o GPÚblicas, publicou uma matéria elencando os benefícios trazidos pelos incentivos fiscais do Palmas solar:

Entre 2018 e 2021, houve um crescimento de mais de 150% da capacidade de geração de painéis solares instalados nos telhados residenciais em Palmas, o que representa uma redução de 90% na emissão de CO₂.

Emprego: Mais de 100 empresas e profissionais autônomos prestam serviços de energia solar na Capital;

Educação: Escolas municipais, como a Escola de Tempo Integral (ETI) Almirante Tamandaré, receberam painéis solares para climatizar as salas de aula e garantir o bom funcionamento do local, barateando as despesas com energia.

Reconhecimento: De 2016 a 2021, 84 empresas de energia solar deram entrada em projetos de clientes para conseguir o Selo do Palmas Solar, e incentivos fiscais no IPTU e ITBI. (Site: GPÚblicas, s.d)

Aproveitando o alto potencial de incidência solar, Palmas tem se destacado na implementação do Programa Palmas Solar, consolidando-se como referência em transição energética sustentável. A iniciativa reduz emissões, promove a geração de energia limpa e oferece benefícios diretos à população, como incentivos fiscais, geração de empregos, especialização em energia solar e melhorias na infraestrutura escolar, contribuindo significativamente para a qualidade de vida na cidade.

Corroborando com os dados apresentados, foi realizado um estudo de caso que analisou 1383 o programa Palmas Solar e verificou a viabilidade do programa:

São analisados dois casos para cada residência, onde cada um apresenta um tempo de retorno diferente. No primeiro caso, será levado em consideração o payback sem levar em conta a isenção do ICMS e o desconto do IPTU. Já no segundo caso, é apresentado o payback considerando o desconto do IPTU e a isenção do ICMS. O objetivo de apresentar dois casos distintos é mostrar o impacto dos incentivos concedidos pelos governos estadual e municipal no tempo de retorno do investimento em um SFCR instalado em Palmas. No primeiro caso, é considerado o valor do kWh igual a R\$ 0,76430, que é o valor do kWh injetado na rede (vendido pela concessionária a outros consumidores) pelo SFCR, considerando o benefício da isenção do ICMS. No segundo caso, o valor do kWh injetado na rede é igual a R\$ 0,57323 (sem ICMS); nessa ocasião, o cliente pagaria a energia consumida da rede com ICMS incluso. O rendimento foi calculado tendo como base o valor em reais por kWh pagos à concessionária Energisa Tocantins. No entanto, sabe-se que a tarifa de energia tem seu valor reajustado pelo menos uma vez ao ano, assim é necessário calcular o rendimento para os próximos anos considerando esse reajuste. Um estudo realizado por Nakabayashi (2014), em que foi avaliado o custo de energia nas 27 capitais brasileiras, mostra que a média de reajuste tarifário para os próximos 12 anos é igual a 5,6% em Palmas. Deste modo, para o cálculo do rendimento do SFCR para os próximos 12 anos, será utilizado neste trabalho o valor médio de 5,6% de reajuste tarifário a cada ano. (DO NASCIMENTO SILVA e BRITO, 2018, p.2)

Quanto ao resultado do caso estudado, foi possível verificar que o tempo para o retorno dos investimentos com a instalação das placas solares nas residências, foi consideravelmente menor com os incentivos fiscais.

CASOS SIMULADOS			PAYBACK (MESES)	
	Consumo anual (kWh)	Valor do IPTU (R\$)	Com incentivos	Sem incentivos
Residência A	5173	1225,00	63	90
Residência B	3500	925,00	71	104
Residência C	4557	456,00	73	97
Residência D	7520	455,81	68	87

Dessa forma, conclui-se que os incentivos fiscais têm um impacto econômico altamente positivo para a população que participa do programa, promovendo a geração de empregos e incentivando um número crescente de cidadãos e empresas a aderirem à iniciativa. Esse processo contribui diretamente para a transformação da capital tocantinense em um modelo de sustentabilidade, fortalecendo sua matriz energética limpa e consolidando seu compromisso com o desenvolvimento ambientalmente responsável.

5 CONCLUSÃO

1384

A análise empreendida neste estudo evidenciou a relevância da energia solar fotovoltaica como alternativa estratégica para a construção de uma matriz energética mais limpa, sustentável e compatível com os desafios ambientais enfrentados pelo Brasil. A posição geográfica privilegiada e os elevados índices de irradiação solar ao longo do ano consolidam o potencial do país nesse setor, cuja expansão progressiva encontra respaldo tanto em avanços tecnológicos quanto em mecanismos normativos e fiscais.

Nesse contexto, os incentivos fiscais revelam-se instrumentos centrais de fomento à adesão à geração distribuída, na medida em que reduzem as barreiras econômicas à instalação de sistemas solares, especialmente em áreas urbanas. O estudo do Programa Palmas Solar, instituído pelo Município de Palmas/TO, permitiu identificar a eficácia de políticas públicas locais voltadas à sustentabilidade, promovendo a adesão crescente por parte da população e resultando em impactos ambientais, econômicos e sociais positivos.

Com a adoção de medidas como isenção ou redução de tributos (IPTU, ITBI, ISSQN, entre outros), associadas à previsão de utilização da energia solar em edificações públicas, o

referido programa se destaca como experiência exitosa de política pública ambientalmente orientada. A análise dos dados disponíveis evidencia ganhos concretos, como a diminuição da emissão de gases poluentes, a geração de empregos e a melhoria da infraestrutura urbana com responsabilidade ambiental.

Não obstante os avanços, o estudo também revelou a persistência de desafios, como o custo elevado dos equipamentos, a necessidade de políticas nacionais mais amplas e a superação de entraves regulatórios. Tais obstáculos demandam atuação coordenada dos entes federativos, sobretudo em termos de alinhamento normativo e fortalecimento institucional das iniciativas locais.

Conclui-se, portanto, que a tributação extrafiscal, quando bem estruturada e vinculada a políticas públicas ambientalmente orientadas, pode ser decisiva para a transição energética sustentável. O Programa Palmas Solar ilustra o papel transformador dos entes subnacionais no enfrentamento da crise climática, ao mesmo tempo em que reafirma a importância de instrumentos tributários como vetores de inovação e preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI). — 1385
Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasil, 2017. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/reidi>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- ANEEL. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasil, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2025.
- Brasil concentra 71,9% das queimadas na América do Sul nas últimas 48h. Agência Brasil, Palmas, 14 set. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-09/brasil-concentra-719-das-queimadas-na-america-do-sul-nas-ultimas-48h>. Acesso em: 22 mar. 2025.
- Brasil não corre risco de crise energética em 2024, diz ministro. Agência Brasil, Palmas, 12 set. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-09/brasil-nao-corre-risco-de-crise-energetica-em-2024-diz-ministro>. Acesso em: 22 mar. 2025.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 dez. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Dispõe sobre o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, ed. 5, seção 1, p. 1, 7 jan. 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/l14300.htm. Acesso em: 2 abr. 2025.

CASARIN, Ricardo. Brasil alcança 6ª posição no ranking global de energia solar. *Portal Solar*, 28 mar. 2024. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/internacional/brasil-alanca-6a-posicao-no-ranking-global-de-energia-solar>. Acesso em: 23 mar. 2025.

CAVALCANTI, C. C. T. O direito da energia no contexto ibero-brasileiro. Rio de Janeiro: Synergia, 2017. 400 p.

DA SILVA MICHELETTI, Igor Talarico et al. Extrafiscalidade e energia solar fotovoltaica: o uso da tributação ambiental na promoção da sustentabilidade. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 9, p. 677-691, 2020.

EFING, Antônio Carlos; PERTUSSATTO, Erick William. A tributação extrafiscal como instrumento de proteção do consumo sustentável e consciente. *Revista do Direito Público*, Londrina, v. 17, n. 3, p. 49-63, dez. 2022. DOI: 10.5433/24157-108104-1.2022v17n.3p.49. 1386

Energia Hidráulica: essa rica fonte de geração de eletricidade. CONCEG, Goiás, 15 jun. 2022. Disponível em: <https://conceg.com.br/energia-hidraulica-essa-rica-fonte-de-geracao-de-eletrecidade/>. Acesso em: 23 mar. 2025.

Energia Solar: ainda vamos falar muito dela. E você, já conhece? CONCEG, Goiás, 27 set. 2022. Disponível em: <https://conceg.com.br/energia-solar-ainda-vamos-falar-muito-dela-e-voce-ja-conhece/>. Acesso em: 23 mar. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2021. Rio de Janeiro: EPE, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topicos-596/BEN2021.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Balanço Energético Nacional 2024: Relatório Síntese. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topicos-723/BEN2024.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2025.

Governo do Tocantins apresenta estratégia de combate ao desmatamento ilegal, prevenção e combate a incêndios florestais no Encontro Nacional RedeMais 2024. Secretaria da Comunicação

do Governo do Tocantins, Palmas, 19 abr. 2024. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/governo-do-tocantins-apresenta-estrategia-de-combate-ao-desmatamento-illegal-prevencao-e-combate-a-incendios-florestais-no-encontro-nacional-redemais-2024/6ggt6ow647zf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

Governo do Tocantins fortalece políticas ambientais ao longo dos 32 anos do Estado. *Governo do Tocantins, Palmas, 15 maio 2021.* Disponível em: <https://www.to.gov.br/noticias/governo-do-tocantins-fortalece-politicas-ambientais-ao-longo-dos-32-anos-do-estado/5de19q55o2id>. Acesso em: 22 mar. 2025.

HOANG, A. T. et al. **Impacts of COVID-19 pandemic on the global energy system and the shift progress to renewable energy: Opportunities, challenges, and policy implications.** *Energy Policy*, v. 154, 112322, 2021.

LIMA NETA, Ivone Fonseca de. **Políticas públicas de incentivo à energia solar: estudo de caso do programa Palmas Solar em Palmas-TO.** 2021.

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fábio S. **Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão.** *Revista Virtual de Química*, Niterói/RJ, v. 7, n. 1, p. 126-146, 2014. Disponível em: <https://rvq-sub.sbj.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>. Acesso em: 28 abr. 2025.

MALTCHIK, Victoria Ferreira da Silva; SILVEIRA, Paulo Antonio Caliendo Velloso. **Incentivos fiscais à energia fotovoltaica: um estudo comparado entre Brasil e Alemanha.** *Revista da Faculdade de Direito da PUCRS*, Porto Alegre, v. 41, n. 2, p. 55-81, jul./dez. 2020. Disponível em: https://www.pucrs.br/direito/wp-content/uploads/sites/11/2020/04/victoria_maltchik.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

1387

Monitoramento de secas e impactos no Brasil – Setembro/2024. *Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações*, Palmas, 2 out. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-2013-agosto-2024>. Acesso em: 22 mar. 2025.

Mudança de imposto de importação só afeta painéis solares montados. *Secretaria de Comunicação Social*, Brasil, 22 nov. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/fatos/brasil-contra-fake/noticias/2024/11/mudanca-de-imposto-de-importacao-so-afeta-paineis-solares-montados>. Acesso em: 27 mar. 2025.

NASCIMENTO SILVA, Allan Carlos; BRITO, Bruno Henrique. **Impactos dos incentivos dos governos do estado e do município na microgeração solar fotovoltaica em Palmas-TO.** In: *Anais Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS*, 2018.

Palmas Solar alia economia de energia a incentivos fiscais. *Prefeitura de Palmas*, Palmas, 7 mar. 2017. Disponível em: <https://www.palmas.to.gov.br/palmas-solar-alia-economia-de-energia-a-incentivos-fiscais/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

Prefeitura de Palmas trabalha alinhada com políticas ambientais internacionais. *Prefeitura de Palmas*, Palmas, 3 jun. 2022. Disponível em: <https://www.palmas.to.gov.br/prefeitura-de-palmas-trabalha-alinhada-com-politicas-ambientais-internacionais/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

Programa Palmas Solar. GPÚblicas, Palmas, [s.d.]. Disponível em: <https://gpublicas.org.br/boa-pratica/programa-palmas-solar/>. Acesso em: 22 mar. 2025.

REN₂₁. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. 2022. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Full_Report.pdf. Acesso em: 27 mar. 2025.

SILVA, Heitor Marques Francelino da; ARAÚJO, Francisco José Costa. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Uma Revisão Bibliográfica.** *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 8, n. 3, p. 859–869, 2022. DOI: 10.51891/rease. v8i3.4654.

SILVA, J. A. da. **Direito Ambiental Constitucional.** 10. ed. São Paulo: Malheiros, 2013. 374 p.

Sítio do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – Perguntas Frequentes – FAQ Solar. Disponível em: [https://cresesb.cepel.br/index.php/index.php?section=com_content&catid\[\]=%5E&catid\[\]=%5E](https://cresesb.cepel.br/index.php/index.php?section=com_content&catid[]=%5E&catid[]=%5E). Acesso em: 23 mar. 2025.

TOLMASQUIM, M. **As origens da crise energética brasileira. Ambiente & Sociedade**, n. 6-7, p. 179–183, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/47YNhcdZ9PXxNfHg7kDgdsy/>. Acesso em: 23 mar. 2025.