



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FÁBIO FERNANDO GUERRA
WELBER CARLOS DE LIMA**

**ASPECTOS JURÍDICOS DE FOMENTO AOS SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS NO BRASIL**

PUBLICAÇÃO Nº: 07

**GOIANÉSIA / GO
2021**



**FÁBIO FERNANDO GUERRA
WELBER CARLOS DE LIMA**

**ASPECTOS JURÍDICOS DE FOMENTO AOS SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS NO BRASIL**

PUBLICAÇÃO Nº: 07

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

**ORIENTADOR: VILSON DALLA LIBERA JÚNIOR
COORIENTADORA: LUANA DE LIMA LOPES**

GOIANÉSIA / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

GUERRA, FÁBIO FERNANDO
LIMA, WELBER CARLOS DE

Aspectos jurídicos de fomento aos sistemas fotovoltaicos no Brasil, 2021, xi, 37P, 297 mm (FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. desenvolvimento sustentável	2. direito e políticas públicas
3. engenharia civil	4. energia solar
I. ENC/UNI	II. Aspectos jurídicos de fomento aos sistemas fotovoltaicos no Brasil.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GUERRA, F. F.; LIMA, W. C. de. Aspectos jurídicos de fomento aos sistemas fotovoltaicos no Brasil. TCC, Publicação ENC. PF-0000/21, Curso de Engenharia Civil, FACEG, Goianésia, GO, 37p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Fábio Fernando Guerra; Welber Carlos de Lima

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Aspectos jurídicos de fomento aos sistemas fotovoltaicos no Brasil.

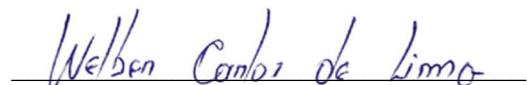
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Fábio Fernando Guerra
Rua Goianésia, Qd 07, Lt 03, N°05,
Jardim Aurora
CEP 76420-000 – Niquelândia/GO – Brasil
fabio.2guerra@gmail.com



Welber Carlos de Lima
Rua 30, N° 347,
Bairro Carrilho
CEP 76385-205 – Goianésia/GO - Brasil
welbercarlosdelima@yahoo.com.br

ASPECTOS JURÍDICOS DE FOMENTO AOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS NO BRASIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.

APROVADO POR:



**VILSON DALLA LIBERA JÚNIOR, mestre (FACEG e UniEVANGÉLICA – Campus Ceres)
(ORIENTADOR)**



**LUANA DE LIMA LOPES, mestre (Doutoranda - UFU)
(COORIENTADOR)**



**ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX, mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

GOIANÉSIA/GO, 26 de MAIO de 2021.

*Dedico este trabalho a
Meu pai, Luiz Guerra;
Minha mãe, Tereza Déo Guerra;
Meus filhos, Luiz Eduardo Oliveira Guerra e Elisa Oliveira Guerra;
Minha amada esposa, Dayani Oliveira Sousa Guerra.*

Fábio Fernando Guerra

*Dedico este trabalho a
Meu pai, Jair Souto de Lima;
Minha mãe, Benedita Maria de Lima;
Minhas irmãs, Euclenia Magna de Lima e Eurislâine Laila de Lima;
Minha amada esposa: Deije Maria Rodrigues Lima;
Meus filhos, Matheus Vinicius Lima e Lucas Gabriel Lima*

Welber Carlos de Lima

AGRADECIMENTOS

Agradecemos imensamente a Deus, por toda força a nós dispensada ao longo do curso de engenharia civil, nos ajudando a enfrentar cada obstáculo ou dificuldade nesse caminho.

Agradecemos, com muito carinho, à professora e coorientadora Luana de Lima Lopes, por toda atenção e apoio incondicional durante a elaboração deste estudo.

Pois o Senhor é quem dá sabedoria; de sua boca procedem o conhecimento e o discernimento.
Provérbios 2:6.

RESUMO

As atividades ligadas à engenharia civil, em geral, se relacionam com obras que possuem um longo tempo de vida. Logo, é evidente que esse ramo esteja cada vez mais próximo dos preceitos que emanam do meio ambiente ecologicamente equilibrado, incluindo o que se refere aos sistemas energéticos sustentáveis. Dentro desse cenário, avulta-se o fato de que é imprescindível que a engenharia civil contribua com a implantação de sistemas energéticos sustentáveis, sendo que o foco deste trabalho se concentrou nos sistemas fotovoltaicos. Para isso, objetivou-se verificar como a legislação brasileira atual está contribuindo para que a sociedade acolha os sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica nas residências. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, com abordagens descritiva, analítica e explicativa. A construção desta pesquisa se deu mediante fontes que fundamentam os posicionamentos apresentados, incluindo a doutrina, o ordenamento jurídico brasileiro, e artigos científicos, entre outros. Diante dos resultados encontrados, verificou-se que a legislação brasileira gradualmente tem contribuído para que a sociedade acolha os sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica nas residências, em consonância à ideia de sustentabilidade. Tal afirmação se fundamenta no contexto jurídico analisado, especialmente quanto às Resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica que são específicas sobre o assunto, promovem incentivos fiscais, e desburocratizam a possibilidade de compensação de energia, quando de sistemas de produção de energia fotovoltaicos. Ainda, se verificou que o engenheiro civil possui um papel extremamente importante para a materialização do princípio da sustentabilidade, a partir de sua atuação proativa em viabilizar a implantação de sistemas fotovoltaicos para a produção de energia em projetos e obras de residências.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável; direito e políticas públicas; engenharia civil; energia solar.

ABSTRACT

Activities related to civil engineering, in general, are related to works that have a long lifespan. Therefore, it is evident that this branch is increasingly closer to the precepts that emanate from the ecologically balanced environment, including what refers to sustainable energy systems. Within this scenario, the fact stands out that it is essential that civil engineering contributes to the implementation of sustainable energy systems, and the focus of this work was concentrated on photovoltaic systems. For that, the objective was to verify how the current Brazilian legislation is contributing for the society to accept the photovoltaic systems for the generation of electric energy in the homes. The methodology used was bibliographic research, with descriptive, analytical and explanatory approaches. The construction of this research took place through sources that support the positions presented, including doctrine, the Brazilian legal system, and scientific articles, among others. In view of the results found, it was found that Brazilian legislation has gradually contributed to society accepting photovoltaic systems for the generation of electricity in homes, in line with the idea of sustainability. This statement is based on the analyzed legal context, especially regarding the Resolutions of the National Electric Energy Agency that are specific on the subject, promote tax incentives, and reduce bureaucracy the possibility of energy compensation, when photovoltaic energy production systems. Still, it was found that the civil engineer has an extremely important role in the materialization of the principle of sustainability, based on his proactive role in enabling the implementation of photovoltaic systems for energy production in residential projects and works.

Keywords: sustainable development; law and public policies; civil engineering; solar energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema conectado à rede (<i>on-grid</i>).....	12
Figura 2 - Sistema sem conexão com a rede (<i>off-gride</i>).....	12
Figura 3 - Painel Solar.....	14
Figura 4 - Painel solar bifacial.....	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento.

CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária.

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

COFINS – Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

EPE – Empresa de Pesquisa Energética.

FACEG – Faculdade Evangélica de Goianésia.

GW – Gigawatt.

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia.

IPI – Imposto de Produtos Industrializados.

KW – Kilowatts.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.

ONU- Organização das Nações Unidas.

PADIS – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores.

PIB – Produto Interno Bruto.

REIDI- Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura.

TUSD – Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição.

TUST – Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão.

TW – Terawatt.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo Geral	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E A ENGENHARIA CIVIL	5
2.1.1 O Código de Ética da Engenharia e o Compromisso com o Desenvolvimento Sustentável.....	7
2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS	9
2.3 ENERGIA SOLAR	10
2.3.1 Energia Solar Fotovoltaica	11
2.3.2 Atuais Inovações de Destaque Quanto à Energia Solar	13
2.4 O DIREITO COMO INSTRUMENTO DE FOMENTO AO USO DE ENERGIA SOLAR	15
2.4.1 A Importância do Direito.....	15
2.4.2 A Constituição Brasileira e seus Principais Aspectos Relacionados ao Meio Ambiente	16
2.4.3 O Direito e a Energia.....	17
2.4.3.1 Legislação de Sistemas Fotovoltaicos	19
2.4.5 O Direito Comparado Sobre Regulamentação de Sistemas Fotovoltaicos.....	23
3 METODOLOGIA.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	30

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, as questões ambientais são alvo de inúmeras discussões, nos mais diversos âmbitos. Com efeito, o meio ambiente e o uso dos recursos naturais pelo homem se tornaram uma preocupação mundial nas últimas décadas, especialmente em face da escassez de recursos esgotáveis. Ou seja, percebeu-se a necessidade de maiores cuidados com o meio ambiente, inclusive, sob pena de extinção da própria humanidade em razão da falta de recursos essenciais (MIRALÉ, 2013).

Micheletti et al. (2020), asseveram que a energia deve ser considerada como um dos pilares essenciais da sociedade atual, de maneira que é indispensável para a realização de diversas das atividades humanas. Dependendo da fonte geradora de energia, há uma grande utilização de recursos naturais para a sua geração. Desse modo, a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia, é essencial para o desenvolvimento econômico e alcance de melhores condições de vida para as pessoas. Logo, é de extrema relevância a ideia de produção de energia renovável, ou seja, sem esgotar os recursos naturais, no contexto da preservação e conservação do meio ambiente.

No mesmo sentido, Hinrichs e Kleinbach (2000), acrescentam um contexto histórico sobre o assunto, a começar pelo fato de que o desenvolvimento das sociedades atuais é intrinsecamente relacionado com a ampliação de avanços científicos. Não obstante, os mesmos autores apontam que desde o embargo do petróleo, em 1973, e em outros momentos de crise energética, como na Revolução Iraniana de 1979 e na Guerra do Golfo Pérsico de 1991, ficou claro o quanto a energia é crucial para o modo de vida atual. Logo, desde que o homem passou a utilizar da eletricidade, ela se mostra cada vez mais necessária ao estilo de vida contemporâneo, inclusive, crises e preocupações nessa área são realidades crescentes em todo o Planeta.

O reconhecimento da escassez de recursos naturais utilizados para a geração de energia, exige a implantação de sistemas sustentáveis suficientes para atendimento da demanda, ao mesmo tempo em que se protege o meio ambiente e o equilíbrio ecológico. Nesse cenário, a energia solar passa a ganhar destaque significativo (BEZERRA, 2020).

Moreira et al. (2020), esclarecem que a energia solar fotovoltaica surge a partir da luz e do calor inerentes à radiação solar. Para tanto, é possível captar energia por meio de placas produzidas com material semicondutor, por exemplo, o silício cristalino, utilizadas para a conversão de energia luminosa em elétrica.

Petry et al. (2020), apontam que, em todo o mundo, apenas 26,5% da eletricidade gerada vem de fontes renováveis, sendo que 1,9% dessa parte se vale do aproveitamento da energia solar. Entretanto, a partir de 2017, a implementação de sistemas fotovoltaicos cresceu mais do que todas as outras tecnologias, sobretudo na China, Estados Unidos, Índia, Japão e Turquia. No que se refere aos termos de capacidade instalada *per capita*, os países líderes são a Alemanha, o Japão, a Bélgica, a Itália e a Austrália.

Considerando a relevância do assunto, é certo que o direito não poderia se abster em apresentar normas que regulassem o tema, ou mesmo, fomentar a implementação de sistemas fotovoltaicos, corroborando com a ideia de sustentabilidade. Com efeito, a própria Constituição Federal em vigor no Estado brasileiro estabelece que o equilíbrio ambiental é um direito de todos, a partir do reconhecimento de que tal equilíbrio é essencial à sadia qualidade de vida (MORAES, 2018).

Por outro lado, existem barreiras no mercado que dificultam a implantação de sistemas fotovoltaicos, sobretudo com relação aos custos. A partir daí as normas infraconstitucionais sobre o assunto, corroborando para a efetivação do direito fundamental de todos de equilíbrio ambiental, possuem a função de combater tais empecilhos, sobretudo, a partir de políticas públicas, que venham a promover e incentivar a implantação de sistemas fotovoltaicos no Brasil (PURIFICAÇÃO et al., 2020).

No Brasil, conforme Micheletti et al. (2020), até o ano de 2012, a energia fotovoltaica foi sendo introduzida de forma gradual, em pequenos sistemas isolados ou autônomos. Porém, com o advento do projeto estratégico, lançado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em conjunto com concessionárias de energia elétrica, arranjos técnicos e comerciais para a inserção de geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira, com objetivo de promover a criação de usinas experimentais de energia fotovoltaica interligadas ao sistema elétrico nacional, passou a reverter o antigo quadro. Isso representa a ideia de compensação de energia, estimulada pelo Estado por meio de políticas públicas, inclusive, possibilitando as modalidades de consumo local, autoconsumo remoto e também geração compartilhada.

Sendo assim, a presente pesquisa busca verificar como a legislação brasileira atual tem contribuído para que a sociedade acolha os sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica nas residências. Isto é, a pesquisa terá como foco principal a compreensão do papel das leis brasileiras na Engenharia Civil, no âmbito das políticas públicas e fomento à implementação de sistemas fotovoltaicos nesses casos, em favor do direito fundamental do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

1.1 JUSTIFICATIVA

O Brasil, segundo o artigo nº 1, da Constituição Federal de 1988, é um Estado Democrático de Direito (BRASIL, 1988). Conforme Agra (2018), isso significa que o Estado brasileiro tem suas relações sociais regulamentadas pelo Direito, ou seja, por leis, as quais são criadas pelos representantes do povo, em prol do bem comum, sendo a Constituição a norma de maior hierarquia.

Nesse contexto, é possível afirmar que o Direito exerce forte influência nos mais diversos âmbitos, como é o caso da Engenharia Civil, a fim de assegurar que o exercício dessa profissão seja condizente com os propósitos e interesses da sociedade, e, sem infringir as leis e direitos de terceiros.

Não obstante, a Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, assegura prerrogativas aos cidadãos, que se manifestam em forma de direitos fundamentais, os quais devem ser protegidos pelo Estado, bem como este deve proporcionar condições adequadas às pessoas para que elas possam exercer seus direitos (TAVARES, 2020). Assim, no artigo nº 225, da referida Constituição, está previsto que todos possuem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo tal considerado como “bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 1988).

Surge então a problemática em torno da necessidade contínua e crescente de produção de energia, tendo em mente dois aspectos significativos: o uso de recursos naturais não renováveis para a produção de energia, um dos grandes fatores que geram impactos ambientais, colocando em risco o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como apontam Hinrichs e Kleinbach (2000); e que o “consumo de energia no mundo cresce cerca de 2% ao ano e no Brasil tem crescido a uma taxa anual de 2,2% nos últimos anos.” (VERNIER, 2021, p. 207).

A partir de tais colocações o tema escolhido desta pesquisa se justifica social e cientificamente, na medida em que se é preciso compreender, de forma clara, o papel do Direito no que se refere ao uso de sistemas de energia solar no âmbito da Engenharia Civil. Com efeito, para que o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado seja uma realidade, é imprescindível que as atividades da engenharia sejam alinhadas ao contexto dessa prerrogativa. Ao mesmo tempo, tem-se a necessidade de identificação das normas jurídicas em vigor sobre o assunto, especialmente, no que se refere ao fomento à implementação de sistemas fotovoltaicos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa foi identificar, compreender e discutir os documentos jurídicos que fomentam o emprego de energia solar fotovoltaica para geração de energia elétrica para residências.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Compreender a influência que a questão da sustentabilidade ambiental tem ocasionado na Engenharia Civil;
- Verificar e analisar as características e importância no contexto social e ambiental do sistema de energia solar fotovoltaica na geração de energia elétrica;
- Analisar as normas, medidas reguladoras e a legislação brasileira no que tange à implementação de sistemas fotovoltaicos para geração de energia elétrica para residências.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa é construída em formato de monografia, sendo organizada em quatro capítulos. Na próxima parte, Capítulo 2, é descrito a revisão bibliográfica. O Capítulo 3 dispõe sobre os materiais e métodos utilizados. Já o Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões. Por fim, o Capítulo 5 é composto das conclusões alcançadas, seguido das referências bibliográficas que serviram de fonte para o presente estudo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E A ENGENHARIA CIVIL

O meio ambiente tem sido objeto de preocupações crescentes em todo o mundo, sobretudo, a partir de meados do século XIX, de modo que as mais diversas áreas de atuação sofrem interferências que possam proteger o equilíbrio ambiental (FIORILLO, 2013).

Roth e Garcias (2009), apontam que, em 1970, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) iniciou a implementação de medidas ambientais no setor da engenharia civil. De início, tais medidas se voltavam para ações que favoreciam a economia de energia, levando em consideração a grave crise energética que ocorria naquele tempo. Nesse contexto, é possível perceber que o reconhecimento do problema, incluindo a necessidade de sistemas sustentáveis de produção de energia, vinculou, por definitivo, a engenharia civil com as questões ambientais.

De fato, na maior parte da história da humanidade, os recursos ambientais foram utilizados para a produção de bens sem maiores preocupações ambientais. No entanto, conforme a evolução de tecnologias, especialmente a partir do último século, bem como, o enraizamento da produção em massa e o constante aumento do consumo de energia, passou-se a falar em sustentabilidade ambiental (HINRICHS; KLEINBACH, 2000).

Para que se compreenda a noção de sustentabilidade ambiental é preciso, primeiramente, ter em mente o que é considerado como meio ambiente. Tal conceito pode ser extraído da Lei nº 6.938 de 1981, em seu artigo 3º, inciso I, considera que o meio ambiente é “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981). A lei brasileira apresenta um conceito de meio ambiente que pode ser tido como totalizante, já que abrange aspectos bióticos, isto é, seres vivos, e abióticos, não vivos, cujas interações permitem a existência da vida em todas as suas formas, inclusive humana. Diante disso, tem-se que o meio ambiente, para ser capaz de permitir a existência da vida, deve estar em equilíbrio (BRASIL, 1981).

Por outro lado, não basta a pura existência da vida. É necessário que também exista condições de desenvolvimento. Nesse contexto, Amado (2014) pondera que as necessidades humanas podem ser consideradas ilimitadas, considerando o consumismo exagerado, que é incentivado pelos fornecedores de produtos e serviços, e, até mesmo pelo Estado. Por outro

lado, os recursos ambientais naturais são limitados, isso porque o planeta Terra possui uma capacidade máxima de suporte, de forma que se torna essencial buscar a sustentabilidade. Assim, verifica-se que a ideia de sustentabilidade está relacionada com o uso dos recursos naturais para o desenvolvimento humano, de forma racional e equilibrada, assegurando que tais recursos não serão extintos.

Sobre isso, Oliveira (2017), informa que o desenvolvimento sustentável, é aquele que atenda às necessidades das gerações presentes sem que isso comprometa a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades. Não obstante, a noção de desenvolvimento sustentável consta em diversos princípios que participam de tratados internacionais, como a Declaração do Rio Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, de 1992. Tal documento apresenta entendimentos que proclamam que o desenvolvimento sustentável é meio para assegurar a efetividade de direitos humanos, exigindo a redução e eliminação de processos e padrões insustentáveis de produção e consumo, bem como, o uso racional dos recursos naturais a fim de garantir que os mesmos não irão faltar para as futuras gerações (ONU, 1992).

No que se refere à engenharia civil e a ideia de sustentabilidade, Silva et al. (2017), esclarecem que para se alcançar uma obra sustentável, é preciso considerar o processo no qual o projeto é concebido, assim como outros aspectos, como quem serão os usuários dos ambientes, sua vida útil e, se, vencido esse tempo, ela ainda servirá para outros propósitos ou não. Leva-se em consideração os materiais empregados, e, aspectos como necessidades, desperdícios e energia gasta em todo o processo, de modo que são cada vez maiores as preocupações com os possíveis impactos ambientais, que são gerados pelos edifícios, seja durante as fases de planejamento e construção, ou, seja durante o período operacional do edifício.

Como se observa, a relação entre a engenharia civil e a noção de sustentabilidade tem como elementos vários fatores, que vão além da etapa de construção do projeto. Ocorre que, para que uma obra seja considerada sustentável há de se considerar o processo de construção do projeto, a vida útil do bem, ações realizadas para diminuição de consumo de água, energia, já durante o uso do bem, entre outros (OLIVEIRA, 2017). Com efeito, a configuração da engenharia sustentável não está limitada ao período de realização de uma obra, mas sim, o que também foi feito para que, durante o uso desse bem, os impactos ambientais de consumo também sejam reduzidos.

2.1.1 O código de ética da engenharia e o compromisso com o desenvolvimento sustentável

É certo que, para o exercício de atividades econômicas, é necessária obediência aos termos da respectiva regulamentação jurídica, considerando que o artigo nº 5, inciso XIII, da Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, determina, como um direito fundamental, que “é livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer” (BRASIL, 1988). Isso significa que a principal norma jurídica brasileira entende que o exercício de qualquer profissão é, além de permitido, um direito essencial assegurado pelo Estado, desde que em conformidade com as normas correlatas (TAVARES, 2020). Logo, para que os profissionais da engenharia civil possam exercer suas atividades, é imprescindível atenção às regras impostas, inclusive, pelas que são expedidas por órgãos como o respectivo conselho profissional, entre outros.

Dentre as normas que regem os profissionais da engenharia, se destaca o seu Código de Ética, implantado por meio da Resolução nº 1.002, de 26 de novembro de 2002, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, o CONFEA, que, desde o seu preâmbulo, vinculando todos os profissionais ao seu alcance, emana preceitos voltados para a conduta profissional cidadã e ética. Nesse contexto, o artigo nº 4, do referido Código de Ética, incidente sobre os engenheiros, entende que tais profissionais incorporam saber científico e tecnológico, bem como, expressões artísticas próprias, com efeitos nos aspectos social, econômico e ambiental, nos trabalhos por eles realizados (CONFEA, 2002).

No mesmo sentido, o seu artigo 5º ressalta o reconhecimento dos saberes especializados desses profissionais, como também o fato de se manifestarem como sujeitos proativos do desenvolvimento (CONFEA, 2002). Com efeito, o exercício da profissão de engenheiro civil deve ponderar, em todas as suas atividades, todos e quaisquer impactos gerados, direta e indiretamente, partindo do pressuposto de que os sujeitos envolvidos são detentores de conhecimento suficiente para a sua contribuição positiva na sociedade.

É preciso considerar que a ética aborda os comportamentos defendidos por argumentos racionais, tendo em mente que seus princípios se mostram, em essência, perenes, para qualquer coletividade humana ao longo do tempo. Ademais, as orientações éticas são também seguidas de modo racional pelo indivíduo, ou seja, com o uso da razão, a partir de conceitos e princípios gerais que guiam o indivíduo no dia-a-dia. Assim, por se pautar na lógica, seus conceitos passam a ser considerados perenes e universais (ALMEIDA, 2020).

O próprio Código de Ética aplicável para aos engenheiros civis, em seu artigo 6º, intitula como objetivo da profissão o bem-estar e desenvolvimento do homem em seu ambiente, em todas as suas dimensões, incluindo os indivíduos das atuais e das futuras gerações (CONFEA, 2002). Não obstante, avultam-se os seguintes princípios impostos pelo Código de Ética da Engenharia Civil:

Do objetivo da profissão

I) A profissão é bem social da humanidade e o profissional é o agente capaz de exercê-la, tendo como objetivos maiores a preservação e o desenvolvimento harmônico do ser humano, de seu ambiente e de seus valores;

[...]

Da honradez da profissão

III) A profissão é alto título de honra e sua prática exige conduta honesta, digna e cidadã;

[...]

Da intervenção profissional sobre o meio

VI) A profissão é exercida com base nos preceitos do desenvolvimento sustentável na intervenção sobre os ambientes natural e construído, e na incolumidade das pessoas, de seus bens e de seus valores;

[...] (CONFEA, 2002).

A ideia de desenvolvimento sustentável também aparece, no Código de Ética das engenharias, como um dever desses profissionais, nos seguintes termos:

Dos deveres

Artigo 9º

[...]

V) ante o meio:

a) orientar o exercício das atividades profissionais pelos preceitos do desenvolvimento sustentável;

b) atender, quando da elaboração de projetos, execução de obras ou criação de novos produtos, aos princípios e recomendações de conservação de energia e de minimização dos impactos ambientais;

c) considerar em todos os planos, projetos e serviços as diretrizes e disposições concernentes à preservação e ao desenvolvimento dos patrimônios sociocultural e ambiental (CONFEA, 2002).

Não obstante, o artigo 10º, do Código de Ética, impõe como conduta vedada a esses profissionais, em seu inciso V, os atos que configurem em “prestar de má-fé orientação, proposta, prescrição técnica ou qualquer ato profissional que possa resultar em dano ao ambiente natural, à saúde humana ou ao patrimônio cultural” (CONFEA, 2002), ou seja, é proibido atuar de forma propositiva de modo que se resulte em dano ambiental, entre outros.

Por fim, os artigos nº 13 e 14 determinam que as infrações éticas são aquelas que atentem contra o princípio ou deveres estabelecidos pela mesma norma, bem como, o descumprimento de deveres do ofício, a prática de condutas expressamente vedadas, ou, lesão a direitos de outrem (CONFEA, 2002). Ademais, os mencionados dispositivos, que participam do Código de Ética da engenharia, remetem à Resolução nº 1004, de 27 de junho de 2003,

também do CONFEA, que aprova o regulamento para a condução do processo ético disciplinar, para os casos de infração ética.

2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

O fato de que a sociedade consome cada vez mais energia é inegável. Essa afirmação tem como fundamento a própria realidade atual marcada pelo incessante avanço das novas tecnologias. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), no ano de 2019, a demanda de energia cresce um pouco acima do PIB brasileiro (EPE, 2019). Com efeito, a busca por maior qualidade de vida, em meio ao contexto do desenvolvimento econômico, resulta na necessidade, cada vez maior, de consumo de energia, bem como, exige a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável (HINRICHS; KLEINBACH, 2000).

Nesse sentido, há uma necessidade latente de aprimoramento dos sistemas energéticos adotados, a fim de se alcançar atendimento adequado à demanda de energia, que é continuamente crescente. Isso significa, que os sistemas atuais de geração de energia são ineficientes para armazenamento capaz de solucionar as flutuações de produção e reserva. Essa situação engloba tanto os sistemas de energia não-renovável, como os sistemas renováveis (DIETRICH, 2020).

Por certo, num mundo cada vez mais competitivo economicamente, a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia é essencial, especialmente considerando que, do contrário, pouco importam as novas tecnologias sem que exista energia suficiente para que os processos ocorram de forma ininterrupta (BEZERRA, 2020).

Santos (2020), ressalta que dentre as fontes de energia, no Brasil, se destaca a energia hidroelétrica, com significativos impactos ambientais, bem como é o que acontece com as fontes de combustíveis fósseis. Segundo o mesmo autor, o consumo mundial de petróleo é de, aproximadamente, 98,2 milhões de barris por dia, sendo que no Brasil, o consumo de petróleo e seus derivados ainda representam 36% da energia utilizada, o consumo do carvão é de 5,7% do total, e o consumo de energia hidroelétrica é de 12%.

Nessa linha de pensamento, é preciso considerar que os recursos naturais não-renováveis são esgotáveis. Por outro lado, o movimento econômico e o seu respectivo desenvolvimento são realidades que não podem ser contidas. Dessa forma, a noção de sustentabilidade enseja que o desenvolvimento ocorra em harmonia com o meio ambiente, de modo a conservar as bases vitais da produção e reprodução do homem e de suas atividades. Em

outras palavras, apregoa-se o desenvolvimento desde que este seja realizado em planos sustentáveis, sem prejuízos à vida futura (FIORILLO, 2013).

Participando do mesmo entendimento, Corrêa et. al (2020, p. 116), acrescenta:

Com base na observação da matriz energética brasileira, percebe-se a dependência das fontes hidroelétricas ou hídricas. Os principais argumentos para a difusão dessa fonte energética são a abundância de recursos hídricos em nosso território e seu baixo custo de implantação. Segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), no ano de 2018, mais de 80% da energia utilizada no Brasil foi proveniente de uma fonte renovável. Desse montante, mais de 60% são de fonte hidroelétrica e pouco mais de 20% são de fontes como eólica (8,1%), biomassa (9,1%) e solar (1%). Dados como esses revelam a necessidade de ações de pesquisa e popularização de fontes de energia renováveis alternativas a hidráulica, e que sejam menos poluidoras, em nosso país. [...] Energia renovável é aquela que é gerada a partir de processos naturais que são naturalmente reabastecidos ou se regeneram com a intervenção adequada do homem. Os principais tipos de energia renovável são a energia hídrica, eólica, solar e biomassa.

Antes de adentrar especificamente no âmbito da energia solar fotovoltaica, cumpre esclarecer sobre um tema bastante controverso: se a energia hidrelétrica pode mesmo, ou não, ser considerada como fonte renovável. Bezerra (2020) e Corrêa et al. (2020), entendem que tal fonte de energia se enquadra como renovável, e, com baixos impactos ambientais. Já Bursztyn (2020) e Santos (2020) são do posicionamento contrário.

Ocorre que, conforme Bursztyn (2020), os impactos socioambientais da fonte energética hídrica demoram algumas décadas para se tornarem evidentes ou mais graves. Como exemplos de impactos socioambientais, da fonte energética hidrelétrica, podem ser citados: o processo de eutrofização das represas e seus efeitos sobre a qualidade da água e a emissão de carbono; o alagamento de extensas áreas de florestas; a deterioração de rios e nascentes, devido, inclusive, à transposição de cursos d'água; o drama do deslocamento de populações ribeirinhas, entre outros.

2.3 ENERGIA SOLAR

De acordo com Bezerra (2020), dentro do cenário mundial, o Brasil é destaque no que se refere à sua matriz de geração de energia elétrica, pois já são utilizadas fontes renováveis, sobretudo a energia hidrelétrica, com potencial para que essas fontes sustentáveis tenham produção cada vez maiores, especialmente, a energia solar. De fato, há um elevado nível de irradiação solar existente no Brasil, o que representa um potencial enorme para a geração desse tipo de energia.

Tal afirmação toma ênfase quando se percebe que, no Brasil, o potencial residencial/consumo residencial é de 230%, representando ampla margem para suprir a

demanda de cada unidade geradora, ao mesmo tempo em que proporciona a venda do excedente, via distribuição na rede de transmissão (BURSZTYN, 2020).

Diante desse cenário, Barbosa (2020), entende que a realização de pesquisas e estudos sobre a energia solar no Brasil, entre os anos de 2015 e 2020, é estudar uma revolução enquanto ela ainda acontece. Isso porque, como a própria autora explica, a capacidade instalada de geração fotovoltaica distribuída, que era da ordem dos kW, atualmente, é da ordem dos GW. Não obstante, a geração centralizada contratada por leilão era considerada uma experiência isolada, enquanto agora, já há quase uma centena de plantas em operação (BARBOSA, 2020). Ou seja, a energia gerada através do sol é cada vez maior no Brasil, abrangendo os sistemas isolados, com a possibilidade de distribuição do excedente na rede de transmissão, e, os sistemas de geração centralizada contratada por leilão.

Atualmente, existem três tipos principais de sistemas de energia solar, o sistema solar térmico, sistema solar fotovoltaico e sistema termossolar. O sistema solar térmico, no qual a energia é captada por meio de painéis solares térmicos, é utilizado para o aquecimento de água de chuveiros e piscinas, aquecimento de ambientes, ou em processos industriais; o sistema termossolar, por sua vez, inicialmente produz calor, que se transforma em energia por um sistema de espelhos, ou concentradores (SCHERER et al., 2015), no que tange aos sistemas de energia solar fotovoltaica, pela relevância à pesquisa, é necessário maior aprofundamento, o que se segue no próximo ponto do estudo.

2.3.1 Energia solar fotovoltaica

Provinda da luz e do calor que são emitidos pela radiação solar, a energia solar fotovoltaica pode ser considerada como um método direto de captação de energia, tendo em vista a utilização de placas feitas a partir de materiais semicondutores, como por exemplo, o silício cristalino, para conversão da energia luminosa em energia elétrica (MOREIRA et al., 2020).

Como a energia solar fotovoltaica advém da geração de energia que emana da excitação de elétrons das células constituídas de materiais semicondutores, devido à radiação solar, o sistema possui uma barreira capaz de impedir que os elétrons voltem à posição anterior. Dessa forma, a energia gerada não se perde, mas sim, é direcionada para o circuito elétrico, que formam a tensão e a corrente elétrica. Portanto, os sistemas de geração de energia fotovoltaica partem do princípio de que a radiação solar, quando incidente em materiais semicondutores, é

capaz de movimentar os elétrons, que são enviados para a banda de condução, sendo que esses elétrons são, então, direcionados ao circuito elétrico (NASCIMENTO, 2020).

Trata-se de um sistema composto por painéis solares, inversores e outros materiais, que possibilitam a microgeração de energia, sendo necessária interligação, em paralelo, com a concessionária, por meio de um inversor certificado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia) e regulamentado pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), de modo que a energia gerada é compensada com a energia utilizada por cada unidade, por medição bidirecional (MOREIRA et al., 2020).

A energia solar fotovoltaica pode ser aproveitada por meio de alguns tipos de sistemas, o *ON GRID*, que é conectado à rede elétrica (Figura 1), permitindo a compensação de energia com a concessionária, o *OFF GRID*, que não possui conexão à rede elétrica, e se vale de baterias para o acúmulo da energia produzida (Figura 2) (MOREIRA et al., 2020), e, por fim o sistema híbrido, o qual permite a compensação de energia com a concessionária, mas também usa baterias para armazenamento do excedente (MOSQUEIRA, 2020).

Figura 1 - Sistema conectado à rede (*on-grid*).



Fonte: Portal Solar, 2016.

Figura 2 - Sistema sem conexão com a rede (*off-grid*).



Fonte: Neosolar, 2017.

Os sistemas isolados (*OFF GRID*), em geral, são utilizados em zonas rurais, onde não há conexão com a rede convencional de distribuição de energia elétrica, de forma que o uso de baterias é essencial para o armazenamento da energia produzida durante o período em que ocorre a captação solar. Já o sistema interligado à rede (*ON GRID*), dispensa o uso de baterias, já que na hipótese de o sistema fotovoltaico falhar, ou então não for o suficiente para os usuários, pode-se utilizar do abastecimento pela concessionária de energia (SANTOS et al., 2020).

Cumpra salientar que o desenvolvimento de sistemas de energia fotovoltaicos é algo considerado recente, dentro da história da humanidade. Nesse sentido, Santiago (2019), afirma que o primeiro registro de observação e documentação sobre energia fotovoltaica se deu em 1839, quando o físico francês Alexandre Edmond Becquerel percebeu diferença de potencial, ou tensão elétrica, quando eletrodos de platina ou prata eram expostos à luz solar. Já em 1873, foi construída a primeira célula fotovoltaica, de selênio, ainda que esse não fosse o objetivo principal do seu criador, o engenheiro eletricitista inglês Willoughby Smith. Outros pequenos passos foram dados ao longo dos anos, e apenas nas décadas de 1990 e 2000 é que se chegou ao nível tecnológico da escala produtiva, somado às políticas públicas de incentivo de uso de energias limpas, de forma eficiente e viável financeiramente.

Dados de 2019, apontados por Bezerra (2020), demonstram que a capacidade de geração de energia solar fotovoltaica no Brasil corresponde a 4,5 GW, de modo que 2,5 GW partem de projetos centralizados, e, 2,0 GW de geração distribuída. No Brasil, 61,9% dos projetos centralizados e 16,4% da geração distribuída se encontram no Nordeste, onde se destaca a Bahia com 31,5% da geração centralizada do Brasil, e, o Ceará, com 3,3% da geração dessa energia distribuída no País. Não obstante, estudos demonstram que a expectativa de crescimento, entre os anos de 2019 e 2029, de geração solar centralizada é de 320%, enquanto se espera, no mesmo período, 1.200% de incremento de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica distribuída, de modo que, em 2029, será alcançado o patamar de 34 TW de geração de energia solar no Brasil (BEZERRA, 2020).

2.3.2 Atuais inovações de destaque quanto à energia solar

Indiscutivelmente, os últimos anos foram de intensas inovações de técnicas e métodos de geração de energia solar fotovoltaica. Considerando ainda que, desde março de 2020, o mundo vivência uma pandemia de Covid-19, com impactos econômicos e sociais por todo o Globo, faz-se ainda mais urgentes e necessárias tais novidades nesse ramo, na medida em que

se deve romper barreiras nos momentos de crise, amenizando seus efeitos e proporcionando soluções. Com efeito, o surgimento de novas ideias, em todos os ramos, pode apresentar resultados positivos, ainda que o cenário econômico não seja muito animador, como aponta Bezerra (2020). Assim, esta parte da pesquisa se volta para a apresentação de algumas inovações de destaque quanto à energia solar, cujas novidades podem contribuir socioeconomicamente, de modo efetivo, à luz do princípio da sustentabilidade.

O primeiro exemplo a ser ressaltado é uma geladeira, criada por uma empresa brasileira, de Joinville, em Santa Catarina, chamada Youmma, que possui sistema integrado de geração de energia solar fotovoltaica isolado, ou seja, com o uso de baterias. Esse produto permite a armazenagem de alimentos e medicamentos de forma econômica e sustentável, sobretudo nos locais em que a rede elétrica convencional não alcança. Já foram comercializadas mais de 2 mil unidades nas regiões mais remotas da Uganda e Quênia, tendo como beneficiários mais de 600 milhões de pessoas com essa tecnologia brasileira, com planos de expansão para outros países, como Nigéria, Costa do Marfim e Senegal, entre outros. As baterias desse sistema podem armazenar em segurança os alimentos e os medicamentos por até um dia e meio (AZEVEDO, 2020).

Outra novidade significativa, mas ainda não introduzida no mercado, se trata do painel solar fotovoltaico, criado por pesquisadores de Singapura e Alemanha, que gera energia nos dois lados, e, com durabilidade de cerca de 30 anos. Esse painel utiliza o isolamento do vidro duplo no módulo, sendo feito com células bifaciais ZEBRA IBC (Figuras 3 e 4), e eficiência de até 22%. Ademais, tal sistema fornece a energia com alta potência, tendo em vista a capacidade de maior captação de energia (RAMOS, 2020). O painel solar fotovoltaico que gera energia dos dois lados pode ser visualizado nas seguintes imagens:

Figura 3 - Painel Solar.



Fonte: Portal Solar, 2017.

Figura 4 - Painel solar bifacial.



Fonte: Boreal Solar, 2019.

Por fim, algo que tem a tendência de ampliar a implantação de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica, diretamente relacionado com os engenheiros civis, é a telha solar fotovoltaica. Diferente da telha que possui painel coletor de raios solares, essa inovação já possui o sistema de geração de energia integrado na própria telha, com destinação de uso por imóveis residenciais. O projeto que utiliza esse sistema, atualmente no mercado apenas para alguns clientes da empresa Eternit, pode chegar a ser 20% mais barato do que as telhas que possuem apenas painéis solares (BANCO BV, 2021).

Tal produto promete resistência a chuva de granizo e pisamento, bem como, proteção contra vazamentos de todos os tipos. Salienta-se que a energia gerada pela telha solar fotovoltaica se manifesta em corrente contínua, de modo que é preciso o inversor para ser transformada em corrente alternada, apta para o consumo em residências. A empresa Eternit, única no Brasil com autorização para a produção do produto, informa que o investimento é recuperado de 3 a 5 anos, em média, a depender do projeto e do consumo (BANCO BV, 2021).

Cumprir mencionar que, atualmente, bancos e financeiras disponibilizam diversos planos de financiamento para a compra e instalação de geradores de energia solar fotovoltaica, para uso residencial. Tal fato é bastante positivo, pois facilita o investimento nesses tipos de sistemas geradores de energia renovável pelo consumidor, com a participação direta da engenharia civil a partir de projetos sustentáveis que se enquadrem nessa categoria (BANCO BV, 2021). Do mesmo modo, também estão disponíveis no mercado sistemas específicos para serem implantados no caso de edifícios residenciais, ou empresas, de estacionamento solar, inclusive com a possibilidade de utilização da energia gerada para o carregamento de baterias de automóveis elétricos ou híbridos.

2.4 O DIREITO COMO INSTRUMENTO DE FOMENTO AO USO DE ENERGIA SOLAR

2.4.1 A importância do direito

De acordo com Carvalho (2012), o Direito é essencial para a vida em sociedade na medida em que suas regras e princípios tornam possível o convívio pacífico e a ordem, a partir da regulamentação das relações sociais. Reale (1999), ensina que o Direito é dinâmico e, deve acompanhar as necessidades, interesses e realidades da sociedade.

A vida em sociedade é repleta de interações que ocorrem nos mais diversos âmbitos. A complexidade dessas relações deve ser considerada tendo em mente que os indivíduos que compõem a sociedade possuem interesses e valores próprios, já que cada ser humano é único. Não se pode esquecer, ainda, que, muitas vezes, o homem age por impulso, em nome de suas paixões e desejos (BECCARIA, 2014). Logo, há a necessidade de regras que permitam o convívio social e a ordem, ou seja, o direito é fundamental para a existência e manutenção das sociedades.

Nesse contexto, é possível afirmar que o direito exerce forte influência nos mais diversos âmbitos, como é o caso da Engenharia Civil, a fim de assegurar que o exercício dessa profissão seja condizente com os propósitos e interesses da sociedade, e, sem infringir as leis e direitos de terceiros. Com efeito, é de interesse de todos que as atividades econômicas sejam regulamentadas, para que os direitos individuais e coletivos possam ser protegidos, ou, no caso da responsabilização de quem infringir tais regras e direitos (TAVARES, 2020).

No Brasil vigora a Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, a qual se revela como a norma de maior hierarquia no ordenamento jurídico brasileiro (SARLET et al., 2018). Conforme o artigo 5º, XIII, da Constituição da República, dentre os direitos fundamentais está o de que “é livre o exercício de qualquer trabalho, ofício ou profissão, atendidas as qualificações profissionais que a lei estabelecer” (BRASIL, 1988). Isso significa que a principal norma jurídica brasileira permite o exercício de qualquer atividade profissional, desde que em conformidade com as demais normas que a regulamentam.

2.4.2 A constituição brasileira e seus principais aspectos relacionados ao meio ambiente

Sarlet et al. (2018), lecionam que a atual Constituição brasileira possui um cunho ecológico, como meio de assegurar direitos individuais e coletivos, ao mesmo tempo em que enraíza no ordenamento jurídico a ideia de desenvolvimento sustentável, que leva as atividades

econômicas a atuarem com responsabilidade ambiental e social. Não obstante, Sarlet et al. (2018, p. 305-306), acrescentam:

A miséria e a pobreza (como projeções da falta de acesso aos direitos sociais básicos, como saúde, saneamento básico, educação, moradia, alimentação, renda mínima etc.) caminham juntas com a degradação e poluição ambiental, expondo a vida das populações de baixa renda e violando, por duas vias distintas, a sua dignidade. Dentre outros aspectos, assume particular relevo a proposta de uma proteção (e promoção) compartilhada e integrada dos direitos sociais e dos direitos ecológicos, agrupados sob o rótulo genérico de direitos fundamentais socioambientais ou direitos econômicos, sociais, culturais e ambientais (DESCA), assegurando as condições mínimas para a preservação da qualidade de vida, aquém das quais poderá ainda haver vida, mas essa não será digna de ser vivida. A compreensão integrada e interdependente dos direitos sociais e da proteção do ambiente, mediante a formatação dos direitos fundamentais socioambientais, constitui um dos esteios da noção de desenvolvimento sustentável no âmbito do Estado Socioambiental de Direito, de tal sorte que o desenvolvimento sustentável (e o correspondente princípio da sustentabilidade) tem assumido a condição de princípio constitucional de caráter geral.

A leitura da citação em exame demonstra que a Constituição brasileira possui uma perspectiva na qual se torna indissociável o desenvolvimento sustentável e os direitos fundamentais, na medida em que a dignidade da pessoa humana exige condições adequadas de qualidade de vida. Tal entendimento advém, conforme Sarlet et al. (2018), dos preceitos constitucionais que impõem a conservação e preservação ambiental, o princípio da sustentabilidade no desenvolver das atividades econômicas, e, integralidade dos direitos fundamentais associada à qualidade de vida das pessoas. Desse modo, a sustentabilidade, no Direito brasileiro, assume caráter de princípio constitucional de caráter geral, com incidência em todos os setores.

De fato, o artigo nº 170, da Constituição da República, de 1988, determina que “a ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos uma existência digna, conforme os ditames da justiça social”, tendo como um de seus princípios a “defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação” (BRASIL, 1988). Logo, é possível afirmar que a ordem jurídica brasileira, sob o manto constitucional, deve ser elaborada, interpretada e aplicada no sentido de assegurar a dignidade das pessoas, inclusive, por meio de intervenções que possam assegurar a defesa do meio ambiente no que tange às atividades econômicas.

2.4.3 O direito e a energia

Como visto, o Direito possui o papel de regulamentar as relações sociais, e, que quando se trata de ordem econômica, se destacam os princípios da sustentabilidade e da defesa do meio ambiente, a fim de assegurar qualidade de vida e dignidade aos indivíduos. Por certo, o tema que envolve a energia também é objeto de regulamentações normativas, sendo este subitem da pesquisa dedicado a apresentar as características gerais dessa seara jurídica (MORAES, 2018).

Tendo em consideração que a Constituição da República é a principal norma do ordenamento jurídico brasileiro, cumpre apontar as seguintes menções que este documento dispõe no que se refere à energia: a) é de competência da União legislar privativamente sobre energia (artigo 22, IV), ou seja, os Estados-Membros só podem legislar sobre o assunto caso a União autorize; b) é de competência da União “explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão” os “serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água, em articulação com os Estados onde se situam os potenciais hidroenergéticos” (artigo 21, XII, ‘b’); c) é estabelecido como bens da União “os potenciais de energia hidráulica”, garantida a participação dos demais entes federativos daquele território (artigo 20, VIII e XI, § 1º) (BRASIL, 1988).

Não obstante, avultam-se, ainda, os seguintes termos da Constituição da República do Brasil:

Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

§ 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas.

[...]

§ 4º Não dependerá de autorização ou concessão o aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida (BRASIL, 1988, Grifos nossos).

A par dos apontamentos constitucionais apresentados, é lícito dizer que a Constituição brasileira demonstra alta preocupação com o quesito ‘energia’, especialmente quando determina que os potenciais de energia elétrica são bens da União, assumindo, assim, a proteção dos mesmos. Em destaque na citação supra, verifica-se, ainda, que a Constituição livra de embaraços burocráticos o aproveitamento do potencial de energia renovável, desde que de capacidade reduzida. Em outras palavras, significa afirmar que a implantação e manutenção de sistemas de energia que são renováveis, com baixa capacidade, não há necessidade de autorizações ou concessões do Estado.

Existem outras diversas normas jurídicas que versam sobre energia, como leis, resoluções, decretos, despachos, entre outros. Ocorre que existem diversos órgãos, além do Poder Legislativo, que podem impor normas específicas sobre o tema, como é o caso da Agência Nacional de Energia Elétrica, a ANEEL, que é uma “autarquia em regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia, criada para regular o setor elétrico brasileiro, por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997”, conforme dispõe o seu sítio eletrônico da Agência. Suas principais atribuições são a regulamentação da geração (produção), da transmissão, da distribuição e da comercialização de energia elétrica; fiscalização, implementação de políticas e diretrizes do governo, definição de tarifas, decidir sobre divergências na esfera administrativa, entre outros (ANEEL, 1996, 1997). Por conseguinte, tem-se que a normatização vinda da ANEEL está relacionada às referidas atribuições, aplicáveis em âmbito nacional.

Outro órgão que também emite normas sobre energia é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, o INMETRO. Com efeito, trata-se de mais uma autarquia, também criada por lei, que atua no âmbito da criação de normas técnicas, definição de padrões de qualidade e segurança, boas práticas industriais, entre outros (INMETRO, 2021). Dessa maneira, as normas que advêm do INMETRO, relativas à energia, são de extrema importância, pois elas definem padrões e procedimentos que se voltam para a segurança nos processos produtivos e de consumo de energia, entre outros aspectos.

2.4.3.1 Legislação de sistemas fotovoltaicos

O Direito possui o papel de regulamentar as relações sociais, inclusive, considerando sua dinamicidade frente às realidades, interesses e necessidades sociais, conforme Reale (1999). É ainda preciso salientar que, no âmbito das normas jurídicas, também se inserem aspectos voltados para o incentivo ou desuso de determinadas condutas ou ações, como políticas públicas, que servem de instrumentos na busca da realização dos objetivos do Estado, como leciona Tavares (2020).

Mosqueira (2020), informa que foi somente a partir de 2012 que poderia ser concedida a opção de gerar a própria energia, por parte do consumidor brasileiro, de modo que só daí em diante é que os sistemas de energia solar fotovoltaicos passaram a se destacar no cenário nacional. Isso se deu com o surgimento da Resolução Normativa nº 482/2012, da ANEEL, que passou a estabelecer regras para os sistemas de microgeração e minigeração distribuída, bem como, para o sistema de compensação de energia elétrica.

Após três anos desse documento, a Resolução Normativa nº 687/2015, da ANEEL, a fim de atualizar o respectivo processo, veio a desburocratizar o processo de implantação desses sistemas de geração de energia fotovoltaica. O mesmo documento, também ampliou o tempo para o consumo dos créditos decorrentes do excedente gerado, distribuídos na rede, para 60 meses, inclusive, abrindo a possibilidade de autoconsumo remoto, isto é, tais créditos podem ser utilizados em local diferente de onde aconteceu a geração da energia (MOSQUEIRA, 2020).

Cumprir salientar que a Resolução Normativa nº 786/2017, da ANEEL, por sua vez, alterou o conceito de minigeração distribuída, mudando, conseqüentemente, aqueles que se enquadram nessa categoria. Isso porque, até a Resolução Normativa nº 786/2017, a Resolução Normativa nº 482/2012, determinava que essa categoria, minigeração distribuída, era aquela com “potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada”. Com a mudança em 2017, essa potência instalada superior a 75 kW passou a ser menor ou igual a 5 MW (ANEEL, 2012, 2017).

Ponto de extrema relevância e que também é objeto de regulamentação, corresponde ao aspecto tributário no setor. Nesse contexto, cumpre esclarecer que os tributos, que no Brasil só podem ocorrer por força de lei, em razão do princípio da legalidade que se impõe sobre o Direito Tributário. Não obstante, tem-se que à tributação foram designadas duas funções principais: a função fiscal e a função extrafiscal. A função fiscal se refere ao objetivo de encher os cofres públicos para o pagamento de suas despesas e investimentos. Já a função extrafiscal se relaciona a outros objetivos que não o da arrecadação de recursos, de modo que o Estado intervém por assuntos e finalidades específicas (MICHELETTI et al., 2020).

De fato, os tributos possuem extrema importância para que o Estado possa custear seus gastos. Entretanto, no âmbito desta pesquisa avultam-se os efeitos extrafiscais dos tributos, considerando que a sua incidência pode onerar, ou desonerar, as situações ou operações, com impactos econômicos ou sociais, por exemplo, para dissuadir ou estimular determinadas condutas. Dessa maneira, existem normas jurídicas que dispõem sobre questões que podem interferir na escolha do consumidor, quando da implantação de sistemas de energia fotovoltaica (PAULSEN, 2017).

Sobre essa questão, existe o Convênio nº 101, de 12 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária, o CONFAZ, órgão vinculado ao Ministério da Economia, que concede a isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, o ICMS, nas operações com equipamentos e componentes para o aproveitamento da energia solar. Tal documento normativo autoriza os Estados e o Distrito Federal a conceder a manutenção dos créditos desse imposto nas referidas operações, bem como, lista os produtos em que é aplicado,

como os geradores fotovoltaicos, células solares não montadas, em módulos ou painéis, entre outros (BRASIL, 1997).

Logo, pode-se afirmar que o Convênio nº 101/1997, do CONFAZ, é norma que visa o incentivo da implantação de sistemas de geração de energia fotovoltaica, por parte dos consumidores. Entretanto, tal benefício depende da adesão dos Estados-Membros, já que o ICMS é um imposto estadual (BRASIL, 1997). Assim, cabe aos engenheiros civis servirem de vetores de aplicação dessa regra normativa, como na elaboração de projetos de imóveis residenciais, em benefício de todos os envolvidos, à luz do princípio da sustentabilidade.

Ainda no âmbito tributário, tem-se ainda o que se relaciona àquele denominado Imposto de Produtos Industrializados, o IPI, com relevância para o assunto. Ocorre que a industrialização ou a montagem de painéis solares fotovoltaicos se enquadram ao inciso III do Art. 4º do Decreto nº 7.212/2010, norma que regulamenta a cobrança, fiscalização, arrecadação e administração do Imposto sobre Produtos Industrializados, como aponta Santiago (2019), beneficiando os módulos solares fotovoltaicos.

Por sua vez, Micheletti et al. (2020), esclarecem que esse tributo possui enfoque na sua característica extrafiscal, isto é, utilizado na implementação de objetivos que não meramente arrecadatários, de modo que o Decreto em exame beneficia a industrialização ou montagem de painéis solares, mas, não inclui os inversores e estruturas metálicas que fazem parte dos chamados kits fotovoltaicos, em razão destes não resultarem em um novo produto, criado a partir de insumos, como na industrialização ou montagem de painéis solares.

Ainda podem ser citados o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores, o PADIS, os descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD), o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), como políticas públicas que incidem sobre o setor (MICHELETTI et al., 2020).

O PADIS é considerado um programa composto de um conjunto de incentivos fiscais federais, com o objetivo de contribuir para a atração e ampliação de investimentos nas áreas de semicondutores e displays, incluindo células e módulos/painéis fotovoltaicos para energia solar, entre outros. Salienta-se que o PADIS é direcionado a empresas, a partir da desoneração de determinados impostos e contribuições federais incidentes na implantação industrial, na produção, importação e comercialização dos equipamentos beneficiados. Por outro lado, esse programa vincula seus beneficiários à realização de investimentos mínimos em atividades de pesquisa e desenvolvimento, conforme ANEEL (2021).

A Resolução nº 77, de 2004, com suas alterações posteriores à promulgação, dispõe sobre os descontos na Tarifa de Uso dos Sistemas de Transmissão (TUST) e na Tarifa de Uso dos Sistemas de Distribuição (TUSD). A referida Resolução, dispõe sobre “os procedimentos vinculados à redução das tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, aplicáveis aos empreendimentos hidrelétricos com potência igual ou inferior a 1.000kW”, isto é, mil quilowatts, “caracterizados como pequena central hidrelétrica, e àqueles com base em fontes solar”, entre outros, “cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 30.000kW (trinta mil quilowatts), incidindo na produção e no consumo da energia comercializada pelos aproveitamentos.” (BRASIL, 2007).

A Lei nº 11.488, de 15 de junho de 2007, criou o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (REIDI), direcionado à pessoa jurídica que tenha projeto aprovado para implantação de obras de infraestrutura nos setores de energia, saneamento básico e irrigação, entre outros, cuja adesão é condicionada à regularidade fiscal da pessoa jurídica. Aos beneficiários dessa medida é concedido descontos tributários, para o Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), de modo que a ANEEL é quem estipula o percentual de redução, que não pode ser inferior a 50% (cinquenta por cento) “a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada pelos aproveitamentos.” (BRASIL, 2007).

Acrescentam-se, dentre a normatização correlata ao tema, as emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT, quais sejam: NBR IEC 62116:2012; NBR 16149, do ano de 2013; NBR 16150, do ano de 2013; NBR 16274, do ano de 2014; e, NBR 10899, do ano de 2020. Essas normas dispõem sobre os sistemas fotovoltaicos. A título de exemplos, a NBR 16149 “estabelece as recomendações específicas para a interface de conexão entre os sistemas fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia elétrica e estabelece seus requisitos”; e, a NBR 16150, que especifica “procedimentos de ensaio para verificar se os equipamentos utilizados na interface de conexão entre o sistema fotovoltaico e a rede de distribuição de energia estão em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 16149”, como esclarece Santos et al. (2020, p. 20.101-20.102).

Bastos (2018), informa que existem muitas linhas de financiamento disponíveis no mercado, a partir de incentivos concedidos pelo Estado, tais como o financiamento da Construcard e o Programa Casa Verde e Amarela, ambos realizados pela Caixa Econômica Federal; o Finem, disponibilizado pelo BNDES; o Crédito Produtivo Energia Solar, vinculado

ao Goiás Fomento, ou o Economia Verde, intrínseco ao programa Desenvolve São Paulo, entre outros. Portanto, percebe-se que políticas públicas voltadas para o incentivo à implantação de sistemas de geração de energia solar fotovoltaica podem ocorrer por iniciativa dos diferentes entes federativos, incluindo facilidades para a aquisição e implantação desses sistemas.

Como se percebe, a normatização brasileira sobre o assunto teve origem apenas na última década, e, vem sendo aprimorada com o tempo. Santiago (2019), entende que existe um conflito sistêmico, no qual o Estado brasileiro ainda não possui políticas claras, efetivas e objetivas sobre o assunto, ainda que seja tratado em diversas disposições normativas. Para esse autor, existe a necessidade de maior atenção, por parte do Estado, assim como ele o faz para outras fontes de energia, como gás natural e petróleo, deixando de subestimar o potencial dos sistemas fotovoltaicos e seus benefícios econômicos, ambientais e sociais.

2.4.4 O Direito comparado sobre regulamentação de sistemas fotovoltaicos

Os elementos apresentados até este ponto da pesquisa demonstram que o Direito brasileiro tem atuado na regulamentação do que se refere à energia solar fotovoltaica, abarcando políticas públicas de fomento para a implantação dos respectivos sistemas geradores de energia. Entretanto, é preciso ter em mente que outros países possuem suas próprias normas sobre o tema, podendo, inclusive, servir como exemplo ao ordenamento jurídico do Estado brasileiro.

No caso da China, que atualmente é o País que mais instala energia solar do mundo, bem como, é o País responsável por cerca de 90% da produção de painéis e módulos solares fotovoltaicos, onde ora existem políticas públicas bastante sistêmicas de fomento a essa fonte de energia, ora se restringem tais benefícios (SANTIAGO, 2019).

Como exemplo das referidas políticas chinesas, está a construção de diversas usinas fotovoltaicas e subsídios ao setor solar e da construção. Ressalta-se que a maior parte da capacidade produtiva da China, desse tipo de energia, se encontra do lado Oeste do País, onde está apenas 6% da população, enquanto o lado Leste, que abriga 94% da população, e onde estão os grandes centros, não recebeu tais investimentos, de modo que o principal elemento utilizado para geração elétrica é o carvão. Justamente por isso, e tendo em mente que existe perda de eletricidade nas longas linhas de transmissão, a China, ainda que possua a maior capacidade produtiva instalada, utiliza como fonte energética fotovoltaica apenas 2,6% do total da energia consumida (SANTIAGO, 2019).

Nos Estados Unidos, desde meados dos anos 90, utiliza como medida a *Net Metering*, que corresponde a uma iniciativa política na qual os consumidores recebem compensação pela

quantidade de energia limpa que é jogada à rede elétrica, mas para pequenos produtos não é financeiramente viável. Esse tipo de política pública proporciona uma conta de eletricidade reduzida e o uso eficiente da energia fotovoltaica produzida (SANTOS, 2019).

Santiago (2019), acrescenta que os Estados Unidos iniciaram suas medidas para produção de energia fotovoltaica ainda nas décadas de 1940 e 1950, com o intuito de aplicação em programas espaciais, e, que atualmente, no Estado da Califórnia, vigora uma lei, desde 1º de janeiro de 2020, que obriga a implantação de sistemas fotovoltaicos na construção da maioria das novas residências.

Já na Europa, diversos programas foram criados, baseados na descentralização da produção da energia, ou seja, por sistemas fotovoltaicos instalados por pessoas físicas, em suas residências. Na Alemanha, inclusive, além dessa medida, existe a denominada *feed-in tariff*, isto é, tarifa-prêmio, que considera a produção de energia limpa mais cara do que a convencional, de modo que o pequeno produtor recebe pela diferença de energia gerada (MACHADO; MIRANDA, 2015).

3 METODOLOGIA

Para a elaboração deste estudo se utilizou a pesquisa bibliográfica, com abordagens descritiva, analítica e explicativa. A pesquisa se deu de forma exclusivamente teórica, tendo como fonte de pesquisa: livros, artigos científicos, dissertações, teses e dados oficiais, bem como, o ordenamento jurídico brasileiro, em especial a Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988, o Código de Ética da Engenharia, e normas que tratam diretamente do fomento à implantação de sistemas fotovoltaicos.

Foram observadas algumas etapas para a elaboração da pesquisa bibliográfica, como, por exemplo, a compilação, consistente na reunião de material; o fichamento ou tomada de notas; a análise e interpretação do tema e, finalmente a redação do texto, que foi submetido à rigorosas revisões, correções e crítica, visando não só a correção de sintaxe, vocabulário, mas, principalmente, da disposição de ideias e apresentação de posições, teorias e esclarecimentos a serem feitas da forma mais adequada e satisfatória possível.

Não obstante, Bittar (2010), assevera que todo ato de linguagem, incluindo a linguagem científica, se consubstancia numa escolha e seleção de elementos a serem compostos, como valores, estruturas, formas, significâncias, objetivos, impressões, efeitos retóricos, consequências, afirmação e realização, entre outros. Dessa maneira, a linguagem utilizada nesta pesquisa, adotou a metodologia descrita por Bittar, em que buscou-se valer de

elementos apresentados com a máxima clareza possível, observando que o tema é de interesse não apenas acadêmico, mas também coletivo, em razão do aspecto socioambiental em questão.

Logo, as expressões usadas buscaram revelar os valores envolvidos, inclusive protegidos pelo Direito, as estruturas e formas que validam e constroem o sistema jurídico, bem como o sistema fotovoltaico, afirmações ou proibições, definições pontuais necessárias, entre muitos outros aspectos, seguindo uma linha de raciocínio fundamentada, científica e clara. Leva-se em consideração os elementos que se alinham com os preceitos éticos da engenharia civil.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A preocupação com o meio ambiente, e com seus aspectos que interferem na qualidade de vida das gerações atuais e futuras, tem exigido mudanças, de comportamentos e técnicas, nos mais diversos setores. Com efeito, na medida em que se reconhece a essencialidade do equilíbrio ambiental para a manutenção da vida na Terra, é de suma importância que as atividades econômicas se adequem, a fim de assegurar a diminuição dos impactos ambientais. Tudo isso acontece, inclusive, sob os comandos do Direito brasileiro, que tem na sua Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, sua norma de maior hierarquia, a proteção do meio ambiente como um direito fundamental e princípio da Ordem Econômica.

É possível dizer que é bastante vasta a normatização brasileira acerca da energia, sobretudo, considerando que para cada tipo de energia, como hidrelétrica, solar, nuclear, entre outras, há incidência de normas específicas, e, em todos os casos, há a vinculação com o princípio constitucional da sustentabilidade.

No âmbito da engenharia civil, tal entendimento também é vinculado, já que o exercício de suas atividades deve seguir a ordem jurídica vigente. Por conseguinte, pode-se dizer que cabem a esses profissionais, no exercício de suas atividades, atuarem proativamente no sentido de proporcionar resultados que causem o menor impacto possível ao meio ambiente, bem como, utilizar da implantação de métodos e sistemas que corroborem com tal propósito. Para esta pesquisa se destacou, portanto, os sistemas fotovoltaicos de produção de energia solar, a serem considerados pelos engenheiros civis, para a geração de energia elétrica nas residências.

Observa-se o entendimento de que as normas que apresentam regras e princípios éticos são resultados de comportamentos defendidos que foram positivados, isto é, expressamente previstos, dentro da racionalidade, a serem considerados como norteadores na tomada de decisões. Em outros termos, regras e princípios éticos são inerentes a condutas esperadas, com fundamento em argumentos racionais, e, conceitos e princípios válidos para o comportamento cotidiano, seguidos pelo indivíduo.

A análise dos princípios impostos pelo Código de Ética da Engenharia Civil permite dizer que na profissão da engenharia deve prevalecer, como preceitos, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento harmônico, tendo em mente os valores acolhidos pela sociedade. Além disso, verifica-se que o desenvolvimento sustentável aparece como verdadeira base quando da intervenção humana na natureza, ponderando, ainda, a incolumidade das pessoas, bens e valores. Ou seja, o exercício da profissão de engenheiro, especialmente na intervenção

de ambientes naturais, deve se dar sob o manto do princípio do desenvolvimento sustentável, buscando atender todos os cuidados que esse preceito emana.

Percebe-se que as orientações éticas para o profissional da engenharia civil englobam a imposição de deveres quanto ao meio ambiente, tais como a vinculação de atenção aos princípios e recomendações de conservação de energia e de minimização dos impactos ambientais, na elaboração de projetos, execução de obras ou criação de novos produtos; o dever de orientar que o exercício das atividades correlatas seja em total concordância com o desenvolvimento sustentável, de forma que a responsabilidade se refere aos atos de todos aqueles sob a supervisão do engenheiro, e não apenas quanto às suas atividades específicas; e, na elaboração e execução de planos, projetos e serviços, é dever do profissional da engenharia civil atuar sob a égide de diretrizes e disposições relativas à preservação e desenvolvimento do patrimônio ambiental, e também sociocultural.

Com o passar do tempo, especialmente nos últimos anos, os custos de implantação de sistemas de geração de energia fotovoltaicas em residências estão sendo reduzidos. Isso se deve tanto pelas políticas públicas, implantadas por meio do Direito, com fulcro nos preceitos constitucionais em vigor no Estado brasileiro, como pelas inovações tecnológicas, abrangendo os materiais utilizados nesses sistemas. Diante de tais colocações, é possível apontar alguns pontos que chamam atenção, para a pesquisa aqui proposta: o consumo de energia é cada vez maior; os sistemas de geração de energia, renováveis e não-renováveis, utilizados no Brasil, carecem de aprimoramento para atendimento adequado da demanda energética; e, que o desenvolvimento econômico do país está atrelado à existência de fontes confiáveis de energia.

Mesmo já existindo consciência jurídica, especialmente na própria Constituição brasileira, é preciso fomentar a implantação de sistemas de geração de energia renovável, sob os critérios da sustentabilidade e da qualidade de vida das pessoas, muito ainda pode ser feito pelo Estado. Essa conclusão também foi alcançada por Santiago (2019), que constatou que o Brasil se vale de poucos mecanismos de fomento, nesse setor, quando comparado a outros Países, como Alemanha, China e Japão.

Alguns estímulos, advindos de poderes governamentais e municipais, proporcionaram maiores incentivos, como abatimentos sobre os impostos. Inclusive, a isenção tributária, no caso do Convênio nº 101, de 12 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional de Política Fazendária, o CONFAZ, se posiciona como medida de política pública, que visa incentivar a implantação de sistemas geradores de energia fotovoltaica, por parte do consumidor.

E a partir da edição da Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, da Agência Nacional de Energia Elétrica, a ANEEL, que alterou significativamente a antiga resolução

sobre o tema, a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, importante avanço foi realizado nesse tema, como quanto à regulamentação dos módulos de distribuição. Isso porque, tal documento normativo desburocratizou, bem como firmou a possibilidade de compensação de energia, isto é, permitindo que o excesso de energia, produzida por sistemas fotovoltaicos, possa ser lançado à rede, de modo a ser admissível utilizar a energia da rede, quando preciso, abatendo no crédito do que é lançado à rede.

5 CONCLUSÕES

A realização desta pesquisa levou à conclusão de que a legislação brasileira atual tem contribuído para que a sociedade acolha os sistemas fotovoltaicos para a geração de energia elétrica nas residências, em consonância à ideia de sustentabilidade. Tal afirmação se fundamenta no contexto jurídico analisado, especialmente quanto à Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, e, ao Código de Ética da Engenharia, bem como, as Resoluções da Agência Nacional de Energia Elétrica que são específicas sobre o assunto.

O engenheiro civil possui um papel extremamente importante para a materialização do princípio da sustentabilidade, a partir de sua atuação em viabilizar a implantação de sistemas fotovoltaicos para a produção de energia em projetos e obras de residências. Ainda, os engenheiros estão diretamente ligados na criação e acompanhamento das inovações nessa área, buscando soluções viáveis que corroboram com a proteção do meio ambiente.

Ainda que em menores proporções, o Estado brasileiro tem lançado políticas públicas que fomentam a implantação de sistemas e métodos sustentáveis, como os de geração de energia fotovoltaica pelos consumidores em suas residências, como parte de sua estratégia de proteção ambiental.

Cumprе salientar que os avanços tecnológicos nesse setor progridem exponencialmente. Com a utilização de materiais mais baratos para a construção de sistemas fotovoltaicos, e, surgimento de produtos que já dispõem desses sistemas acoplados, como em telhas, esse mercado prospera e oferece cada vez mais opções.

Não obstante, pode-se afirmar que a atual legislação sobre o assunto facilitou e desburocratizou a aquisição de sistemas produção de energia fotovoltaica. Entretanto, é imprescindível a continuidade da realização de pesquisas sobre o tema, especialmente, no que se refere às novidades voltadas para o consumidor que queira produzir a própria energia solar a ser consumida em sua residência. Isso porque, a expansão da utilização desses sistemas é de benefício de todos, à luz do princípio da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, W. M. Curso de direito constitucional. 9. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2018, 895p.

ALMEIDA, A. S. de; GUIMARÃES, M. de O.; NUNES, T. P. B. Ética, moral e engenharia: a responsabilidade ética e moral do engenheiro. *Conhecimento Interativo*, v. 14, n. 2, 2020. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/conhecimentointerativo/article/viewFile/367/481>. Acesso em 21 mar. 2021.

AMADO, F. A. T. Direito ambiental esquematizado. 5.^a ed. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: MÉTODO, 2014, 1040p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. A ANEEL: Bem-vindo à ANEEL. Brasília, DF: ANEEL, 2021. Disponível em: <https://aneel.gov.br/a-aneel>. Acesso em 02 de mar. 2021.

AZEVEDO, D. Geladeira solar criada no Brasil é solução para regiões sem energia elétrica. São Paulo, 16 set. 2020. Disponível em: <https://www.dci.com.br/servicos/energia/geladeira-solar/16938/>. Acesso em 02 abr. 2021.

BANCO BV. O que é a telha fotovoltaica e como ela funciona? In: BANCO BV: Parceiro Solar: O que é a telha fotovoltaica e como ela funciona? Disponível em: <https://www.bv.com.br/bv-inspira/noticias/telha-fotovoltaica>. Acesso em 03 abr. 2021.

BARBOSA, J. P. Energia solar no Brasil: desafios e oportunidades para o uso em larga escala. 2020. Dissertação de Mestrado em Economia, pela Universidade NOVA de Lisboa. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/103104>. Acesso em 30 nov. 2020.

BASTOS, W. da S. Estudo de caso de um projeto fotovoltaico integrado à edificação. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica como um dos pré-requisitos para a obtenção do título em Bacharel em Engenharia Elétrica sob orientação do Prof. Kleber Carneiro de Oliveira. João Pessoa, 2018.

BECCARIA, C. Dos delitos e das penas. São Paulo: Hunter Books, 2012.

BEZERRA, F. D. Energia solar. Caderno Setorial ETENE, Ano 5, nº 110, março de 2020. Banco do Nordeste do Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/227>. Acesso em 30 nov. 2020.

BITTAR, E. C. B. Linguagem jurídica. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

BOREAL. Sistema fotovoltaico bifacial. Imagem de painel solar bifacial. Disponível em <http://borealsolar.com.br/index.php>. Acesso em 10 jun. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução nº 77/2004. Brasília: ANEEL, 2004. Disponível em <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=101096>. Acesso em 10 mai. 2021.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Conselho Nacional de Política Fazendária-CONFAZ. Convênio nº 101, de 12 de dezembro de 1997. Brasília: CONFAZ, 2007. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/1997/CV101_97. Acesso em 03 abr. 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em 04 set. 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em 06 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 11.488, de 15 de junho 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 http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111488.htm. Acesso em 10 mai. 2021.

BURSZTYN, M. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas. *Estud. av.* v.34 n.98 São Paulo Jan./Apr. 2020 Epub May 08, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142020000100167&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 30 nov. 2020.

CARVALHO, K. G. Direito constitucional: teoria do estado e da constituição; direito constitucional positivo. 19. ed., rev., atual. e ampl. Belo Horizonte: Del Rey, 2012.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Resolução nº 1002/2002. Aprova o Código de Ética Profissional da Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia. Disponível em: http://www.confea.org.br/media/codigo_etica_sistemaconfea_8edicao_2015.pdf. Acesso em 20 mar. 2021.

CORRÊA, J. F. et al. Energias renováveis: uma realidade possível. *Revista Viver IFRS*, v. 8, n. 8, 2020. Disponível em: <https://www.periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ViverIFRS/article/view/3587/2728>. Acesso em 19 nov. 2020.

DIETRICH, J. D. V. et al. Contribuições ao controle preditivo e otimização com aplicação em energias renováveis. 2020. Tese. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Automação e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de doutor em Engenharia de Automação e Sistemas. Florianópolis, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/216310/PEAS0347-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 18 nov. 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA-EPE. Resenha energética brasileira: oferta e demanda de energia; instalações energéticas; energia no mundo. Ano base: 2019. Edição de 30 de maio de 2020. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético: Departamento de Informações e Estudos Energéticos, Brasília: 2019. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/Resenha+Ener%C3%A9tica+Brasileira+-+edi%C3%A7%C3%A3o+2020/ab9143cc-b702-3700-d83a-65e76dc87a9e>. Acesso em 19 nov. 2020.

FIORILLO, C. A. P. Curso de direito ambiental brasileiro. 14. ed. rev., ampl. e atual. em face da Rio+20 e do novo “Código” Florestal. São Paulo: Saraiva, 2013, 922p.

HINRICHS, R.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. Oswego, NY: Pioneira Thomson Learning, 2000, 555p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO. Inmetro: Institucional: Competências. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/acesso-a-informacao/institucional>. Acesso em 02 de mar. 2021.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia Solar Fotovoltaica: uma breve revisão. Revista virtual de química, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015. Disponível em: <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>. Acesso em 04 abr. 2021.

MICHELETTI, I. T. S. 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. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9198/5103. Acesso em 02 out. 2020.

MILARÉ, É. Direito do ambiente. 8.ed. rev., atual. e ref. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2013.

MORAES, A. de. Direito constitucional. 34. ed. São Paulo: Atlas, 2018, 1245p.

MOREIRA, I. R. et al. Energia fotovoltaica e eólica no brasil. Caleidoscópio, v. 11, n. 1, p. 51-55, 2020. Disponível em: <https://ojs.eniac.com.br/index.php/Anais/article/view/683/685>. Acesso em 30 set. 2020.

MOSQUEIRA, G. L. de A. A evolução da energia solar fotovoltaica no brasil. Monografia apresentada à Escola de Administração da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) para obtenção do título de Bacharel em Administração Pública. Rio de Janeiro, RJ, 2020. Disponível em: <http://www.unirio.br/uniriosnct2010/unirio/ccjp/escola-de-administracao-publica/trabalhos-de-conclusao-de-curso-1/2020.1/TCCGloriaLeitedeAlmeidaMosqueira.pdf>. Acesso em 21 mar. 2021.

NASCIMENTO, F. L. Painel solar fotovoltaica como energia alternativa e sustentável para o estado de roraima-rr. Boletim de Conjuntura (BOCA), v. 1, n. 3, p. 25-34, 2020. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/boca/article/view/EnergiaSolar/2824>. Acesso em 22 mar. 2021.

NEOSOLAR. Sistemas de energia solar fotovoltaica e seus componentes. Imagem de sistema fotovoltaico não conectado à rede. Disponível em <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em 10 jun. 2021.

OLIVEIRA, F. M. G. Direito ambiental. 2. ed. rev., atual. e ampl. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: MÉTODO, 2017, 822p.

ONU, Organização das Nações Unidas. Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento [Internet]. Declaração Rio 92. 1992.

PAULSEN, L. Curso de direito tributário completo. 8.ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

PETRY, P. M.; RAMOS, K. N.; MEDEIROS, C., HIRDAN, K.. A expansão da energia solar fotovoltaica no brasil e o desenvolvimento local: uma proposição de abordagem. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, p. 22-43, 2020. Disponível em:

http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9151/5057. Acesso em 04 set. 2020.

PORTAL SOLAR. Como funciona o sistema fotovoltaico com back-up de baterias. Imagem de sistema fotovoltaico conectado à rede. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/energia-solar/como-funciona-o-sistema-fotovoltaico-com-back-up-de-baterias.html>. Acesso em 10 jun. 2021.

PORTAL SOLAR. Painel solar fotovoltaico bifacial. Imagem de painel solar fotovoltaico bifacial (produz energia dos dois lados). Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/blog-solar/painel-solar/painel-solar-fotovoltaico-bifacial.html>. Acesso em 10 jun. 2021.

PURIFICAÇÃO, R. A. N.; RAMOS, H. R.; KNISS, C. T. Barreiras e facilitadores para o uso da energia fotovoltaica: uma revisão sistemática da literatura. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 16, n. 2, 2020. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/2327/2160. Acesso em 03 out. 2020.

RAMOS, A. Painel solar gera energia nos dois lados e tem maior durabilidade que o painel convencional. In: Engenharia É: Editorial: Energia Verde: Painel solar gera energia nos dois lados e tem maior durabilidade que o painel convencional. Publicado em 28 dez. 2020. Disponível em: <https://engenhariae.com.br/editorial/energia-verde/ambos-os-lados-de-um-painel-solar-agora-geram-energia?fbclid=IwAR1yaDwD-W5zBC7P4ooeMqJCHnzHN93e0n6zAvjQQMcrDHaHK9V-e4yTLYQ>. Acesso em 03 abr. 2021.

REALE, M. Filosofia do direito. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

ROTH, C. G.; GARCIAS, C. M. Construção civil e a degradação ambiental. Desenvolvimento em questão, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em 05 out. 2020.

SANTIAGO, J. V. A. O mercado emergente de energia solar fotovoltaica no brasil entre 2012 e 2108: avanços, perspectivas e desafios. Dissertação de Mestrado em Administração de Organizações da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-24042020-142420/publico/JoaoVitorASantiago_Corrigida.pdf. Acesso em 07 mar. 2021.

SANTOS, B. C. dos; COSTA FILHO, A. da F.; NICHIOKA, J. BENCHMARKING: Políticas Públicas de Incentivo a Geração de Energia Fotovoltaica. *Episteme Transversalis*, v. 10, n. 1, 2019. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?as_ylo=2017&q=energia+solar+jap%C3%A3o&hl=pt-BR&as_sdt=0,5#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A3nAYqGM86oIJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D2%26hl%3Dpt-BR. Acesso em 04 abr. 2021.

SANTOS, E. P. dos. Mercado no Brasil para uso de energias renováveis e ações de eficiência energética. Dissertação. Universidade de São Paulo: Mestrado em Tecnologia Nuclear, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85133/tde-02102020-154629/publico/2020SantosMercado.pdf>. Acesso em 19 nov. 2020.

SANTOS, R. B. dos; MARTINS, V. R.; SOUSA BORGES, R. R. de. Sistema de energia solar a partir de células fotovoltaicas: Estacionamento solar do Centro Universitário Unievangélica. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 20097-20106, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8957/7799>. Acesso em 21 mar. 2021.

SILVA, D. H. et al. Construção sustentável na engenharia civil. *Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS*, v. 4, n. 2, p. 89, 2017. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/5204/2559>. Acesso em 06 out. 2020.

SCHERER, L. A. et al. Fonte Alternativa de Energia: energia solar. XX Seminário Interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão. Universidade de cruz Alta/RS, 2015. Disponível em <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2015/XX%20SEMIN%C3%81RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202015%20-%20ANAIS/Graduacao/Graduacao%20-%20Resumo%20Expandido%20->

%20Exatas,%20Agrarias%20e%20Ambientais/FONTE%20ALTERNATIVA%20DE%20ENERGIA%20ENERGIA%20SOLAR.pdf. Acesso em 10 mai. 2021.

TAVARES, A. R. Curso de direito constitucional. 18. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2020, 1240p.

VERNIER, A. B.; MAIA, S.; DUTRA, C. M. Tarifa branca: discutindo o uso racional de energia elétrica no ensino de ciências. Revista Insignare Scientia-RIS, v. 4, n. 1, p. 206-217, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11539>. Acesso em 02 mar. 2021.