



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL

JOÃO RAMOS DA SILVA JÚNIOR

POTENCIALIDADE DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA PARAÍBA E A
RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Campina Grande – PB

2022

JOÃO RAMOS DA SILVA JÚNIOR

**POTENCIALIDADE DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA PARAÍBA E
SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito parcial para o título de Mestre em Desenvolvimento Regional.

Linha de Pesquisa: Ciência, Tecnologia e Inovação

Orientador: Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida.

CAMPINA GRANDE-PB

2022

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586p Silva Júnior, João Ramos da.
Potencialidade da energia solar fotovoltaica na paraíba e a
relação com o desenvolvimento sustentável [manuscrito] /
João Ramos da Silva Júnior. - 2022.
96 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida,
Departamento de Geografia - CEDUC. "

1. Irradiância solar. 2. Fonte renovável de energia. 3.
Energia solar Fotovoltaica. I. Título

21. ed. CDD 621.47

JOÃO RAMOS DA SILVA JÚNIOR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como requisito parcial para o título de Mestre em Desenvolvimento Regional.

Área de concentração: Desenvolvimento Regional.

Linha de Pesquisa: Ciência, Tecnologia e Inovação

Aprovada em: 19 de dezembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof^o. Dr. Hermes Alves de Almeida
Orientador
Universidade Estadual da Paraíba (PPGDR/UEPB)



Prof^o Dr. José Luciano Albino Barbosa
Membro Interno
Universidade Estadual da Paraíba (PPGDR/UEPB)



Prof^o Dr. Enio Pereira de Souza
Membro Externo
Universidade Federal de Campina Grande (UACA/UFCG)

Dedico este trabalho aos meus pais e amigos que sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção da vida e por me proporcionar mais um momento especial de conquista.

Agradeço aos meus pais, João Ramos da Silva e Eunice Souza Medeiros, por me orientarem no caminho do estudo, sempre apoiando e incentivando à minha formação profissional.

Direciono meus agradecimentos, também, à minha irmã Cintya Kallyne de Medeiros Ramos, a meu sobrinho Pedro Luís Ramos de Aquino e a minha tia Maria José Nogueira de Medeiros, por fazerem parte do meu apoio afetivo, emocional e de incentivo acadêmico.

Gratidão à minha namorada, Macelly Correia Medeiros, pelo companheirismo e pelo incentivo em mais uma etapa de estudo que se conclui.

Aos meus amigos e aos companheiros do mestrado, agradeço pela amizade, enquanto desejo felicidades e sucesso a todos.

Agradeço ao Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida, meu orientador, por trilhar junto comigo em todo o processo da dissertação;

Estendo meus agradecimentos ao Prof. Dr. José Luciano Albino Barbosa e ao Prof. Dr. Enio Pereira de Souza por comporem a banca julgadora do presente trabalho.

Em tempo, agradeço à Universidade Estadual da Paraíba, especificamente ao Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional, por toda a infraestrutura concedida.

RESUMO

O uso de energia não renovável tem sido uma grande preocupação ambiental e, portanto, a busca de fonte renovável de energia, especialmente, a fotovoltaica, tem sido uma alternativa por não degradar o meio ambiente, além de possibilitar o desenvolvimento sustentável. Diante disso, procura-se estudar o potencial da energia solar no Estado da Paraíba como fonte alternativa para conversão e aproveitamento em energia elétrica, sendo essas determinações os objetivos principais. Para realização deste trabalho foram utilizados dados de diferentes fontes de energia, de irradiância solar e de energia solar fotovoltaica, publicados em relatório e/ou disponibilizados em site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Ministério de Minas e Energia e da Agência Nacional de Energia Elétrica, dentre outros. Para o estudo de caso, aplicou-se um questionário semiestruturado em diferentes estabelecimentos empresariais de Campina Grande, com perguntas relacionadas aos aspectos socioeconômicos e da tecnologia fotovoltaica. Os dados foram analisados mediante os critérios da estatística descritiva e utilizando-se a planilha Excel. Os principais resultados mostraram que o Brasil possui uma matriz energética predominante de fontes renováveis, o Nordeste é a segunda região com maior produção de energia solar fotovoltaica e o Estado da Paraíba por ter um elevado potencial de irradiância solar, ocupa a quarta posição na geração de energia solar fotovoltaica da região. A opção da tecnologia fotovoltaica é uma alternativa promissora, especialmente, para zona rural, onde não existe rede de energia elétrica convencional, sendo mais utilizada nos empreendimentos comerciais. Os sistemas fotovoltaicos no Estado Paraíba têm potencialidade de expansão e contribuem para o desenvolvimento sustentável por meio da geração centralizada e distribuída de energia elétrica, que além impulsionar a oferta de emprego e renda, tornam-se sistemas cada vez mais independentes da energia elétrica fornecida pelas concessionárias.

Palavras-chave: Irradiância solar. Fonte renovável de energia. Energia Fotovoltaica.

ABSTRACT

The use of non-renewable energy has been a major environmental concern and, therefore, the search for a renewable source of energy, especially the photovoltaic one, has been an alternative because it does not degrade the environment, besides enabling sustainable development. Considering this, we aim to study the potential of solar energy in the State of Paraíba as an alternative source for conversion and use in electrical energy, having these determinations as the main objectives. To carry out this work, data from different energy sources, solar irradiance and photovoltaic solar energy, published in a report and/or available on the website of the National Institute of Meteorology (*Instituto Nacional de Meteorologia - INMET*), the Ministry of Mines and Energy and the National Electric Energy Agency, among others. For the case study, a semi-structured questionnaire was applied in different business establishments in Campina Grande, with questions related to socioeconomic aspects and photovoltaic technology. The data were analyzed through descriptive statistics criteria and an Excel spreadsheet. The main results showed that Brazil has a predominant energy matrix of renewable sources, the Northeast is the second region with the highest production of photovoltaic solar energy and the State of Paraíba, for having a high potential of solar irradiance, occupies the fourth position in the generation of photovoltaic solar energy of the region. The option of photovoltaic technology is a promising alternative, especially for rural areas, where there is no conventional electricity grid, being more used in commercial enterprises. Photovoltaic systems in the State of Paraíba have potential for expansion and contribute to sustainable development through centralized and distributed generation of electricity, which, in addition to boosting employment and income, becomes systems that are increasingly independent of the electricity supplied by the Concessionaires.

Key words: Solar irradiance. Renewable source of energy. Photovoltaics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos principais produtores de carvão mineral	24
Figura 2 - Vista panorâmica da usina hidrelétrica de Itaipu.....	26
Figura 3 - Vista panorâmica de uma usina de energia eólica.....	28
Figura 4 - Esquema do efeito fotovoltaico em painel	30
Figura 5 - Fluxograma de composição de um sistema solar fotovoltaico Off grid	31
Figura 6 - Fluxograma da composição de um sistema solar fotovoltaico On-grid	31
Figura 7 - Vista de uma usina solar fotovoltaica, com geração centralizada	34
Figura 8 - Mapa geográfico do Brasil com destaque para o Estado da Paraíba	47
Figura 9 - Totais anuais de insolação, equivalentes à segunda e terceira normais climatológicas do Brasil.	50
Figura 10 - Média anual da irradiação horizontal global no Estado da Paraíba.....	51
Figura 11 - Média anual da irradiação horizontal global na Alemanha	52
Figura 12 - Lista dos 10 países que mais geraram eletricidade a partir da tecnologia solar fotovoltaica em 2020.....	53
Figura 13 - Frequência relativa (%) da matriz elétrica mundial em 2019.....	54
Figura 14 - Frequência relativa (%) da matriz elétrica brasileira em 2021	55
Figura 15 - Comparação da participação das fontes renováveis na oferta interna de energia – Brasil/Mundo.....	55
Figura 16 - Evolução temporal (mundial) na geração de emprego por fontes renováveis de energia nos últimos dez anos	57
Figura 17 - Frequência relativa (%) de fontes energéticas no Nordeste brasileiro.....	59
Figura 18 - Comparativo do potencial outorgado em (GW) da geração centralizada de energia fotovoltaica por região do Brasil em setembro de 2022.....	60
Figura 19 - Capacidade do potencial outorgado em (MW) da geração centralizada de energia fotovoltaica por estado da região Nordeste do Brasil em setembro de 2022	61
Figura 20 - Capacidade do potencial instalado em (KW) por metro quadrado de área em geração centralizada de energia fotovoltaica por estado da região Nordeste do Brasil em setembro de 2022	62
Figura 21 - Comparativo do potencial elétrico em (MW) outorgado e fiscalizado das fontes eólica (EOL), Centrais geradoras termelétrica (UTE), usinas fotovoltaicas (UFV), pequena central hidrelétrica (PCH) e central geradora hidrelétrica (CGH) na matriz elétrica do Estado da Paraíba	64
Figura 22 - Frequência relativa (%) da participação de fontes energéticas na matriz elétrica estadual.....	65
Figura 23 - Vista aérea do complexo fotovoltaico de Angico e Malta – PB.....	66
Figura 24 - Vista aérea do complexo solar de Coremas – PB.....	66
Figura 25 - Vista aérea de um sistema fotovoltaico instalado sobre a estrutura predial do Centro Universitário – UNIFACISA em Campina Grande-PB	69
Figura 26 - Estacionamento com cobertura em painéis solares da Unifacisa - Campina Grande-PB.....	69
Figura 27 - Estacionamentos com cobertura em painéis solares da Unifacisa - Campina Grande-PB.....	70
Figura 28 - Frequência relativa (%) do uso da energia fotovoltaica por ramo de atividade	71
Figura 29 - Frequência relativa (%) do uso do sistema fotovoltaico de acordo com o porte empresarial	71
Figura 30 - Frequência relativa (%) da decisão pela instalação de sistemas fotovoltaicos de acordo com o vínculo com estabelecimentos.....	72

Figura 31 - Frequência relativa (%) dos empreendimentos por tempo de atividade no mercado	73
Figura 32 - Frequência relativa (%) do grau de escolaridade dos proprietários dos estabelecimentos como fator condicionante à aquisição de sistemas fotovoltaicos	73
Figura 33 - Frequência relativa (%) do tempo de uso do sistema fotovoltaico por intervalo	74
Figura 34 - Frequência relativa (%) das respostas relativas à forma de aquisição dos sistemas fotovoltaicos	75
Figura 35 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos que responderam quanto à finalidade do uso do sistema fotovoltaico	76
Figura 36 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos de acordo com a modalidade de geração fotovoltaica	77
Figura 37 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos de acordo com a potência instalada dos equipamentos fotovoltaicos	77
Figura 38 - Frequência relativa (%) de estabelecimentos de acordo com faixa de grau de economia	78
Figura 39 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos que responderam achar os custos da tecnologia fotovoltaica altos	79
Figura 40 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos quanto ao grau de satisfação com os sistemas fotovoltaicos instalados	79
Figura 41 - Frequência relativa (%) dos empreendimentos quanto à percepção do grau de importância da energia solar fotovoltaica	80
Figura 42 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos quanto à motivação principal para aquisição do sistema fotovoltaico	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Potência de energia instalada, investimento e oferta de emprego no complexo de usinas de Condado, Coremas e Malta, PB	67
Tabela 2 - Potências outorgadas, em operação, das usinas no Estado da Paraíba.....	67
Tabela 3 - Potência de energia solar fotovoltaica nas usinas de Santa Luzia, PB.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAPCH – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PCHS E CGHS

ABSOLAR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA

CH₄ – METANO

CINEP - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DA PARAÍBA

CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

CO₂ – DIÓXIDO DE CARBONO

COP – CONFERÊNCIA DAS PARTES

CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO

DIEESE – DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA

EPP – EMPRESA DE PEQUENO PORTE

EUA – ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

FNE - FUNDO CONSTITUCIONAL DO NORDESTE

GEE – GASES DO EFEITO ESTUFA

GW – GIGAWATTS

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS

IDH – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA

IRENA - AGÊNCIA INTERNACIONAL PARA AS ENERGIAS RENOVÁVEIS

KW – QUILOWATTS

KWh – QUILOWATT-HORA

ME - MICROEMPRESA

MEI – MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MW – MEGAWATTS

MWH – MEGAWATTS-HORA

N₂O – ÓXIDO NITROSO

NO₂ – DIÓXIDO DE NITROGÊNIO

ODS – OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS

PROINFA – PROGRAMA DE INCENTIVO A FONTES ALTERNATIVAS

SEM – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

SO₂ – DIÓXIDO DE ENXOFRE

WWF – WORLD WIDE FUND FOR NATURE

PCH – PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA

CGH – CENTRAIS GERADORAS HIDRELÉTRICAS

EOL – EÓLICA

UTE – CENTRAL GERADORA TERMELÉTRICA

UFV – CENTRAL GERADORA FOTOVOLTAICA

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1.	Energia e sociedade	17
2.2.	Transição energética: alternativas sustentáveis	19
2.3.	Fontes energéticas não renováveis: diálogo com a insustentabilidade	21
2.3.1.	<i>Petróleo</i>	21
2.3.2.	<i>Gás natural</i>	22
2.3.3.	<i>Carvão mineral</i>	23
2.3.4.	<i>Energia nuclear</i>	25
2.4.	Fontes alternativas de energia renovável	26
2.4.1.	<i>Energia Hidrelétrica</i>	26
2.4.2.	<i>Energia da biomassa</i>	27
2.4.3.	<i>Energia Eólica</i>	27
2.4.4.	<i>Energia Solar fotovoltaica</i>	29
2.4.5.	<i>Modalidades de geração de energia e resolução normativa</i>	32
2.4.6.	<i>Gestão de Resíduos</i>	35
2.4.7.	<i>Energia Fotovoltaica no Cenário Internacional</i>	38
2.5.	Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido	39
2.6.	Setor energético e o desenvolvimento	42
2.7.	Formação do Nordeste e o setor elétrico	44
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1.	Procedimentos metodológicos.....	46
3.2.	Coleta e Análise dos dados.....	47
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1	Histórico do uso da energia solar	49
4.2.	Indicadores de irradiância solar global no estado da Paraíba	49
4.3.	Vantagens e desvantagens da tecnológica fotovoltaica e as políticas públicas de incentivo fiscal e tributário	53
4.4.	Capacidade instaladas em parques fotovoltaicos no Nordeste brasileiro ...	59
4.5.	Participação do Estado da Paraíba na matriz elétrica nacional	63
4.6.	Evolução da energia solar fotovoltaica no estado da Paraíba e a caracterização de uso em geração distribuída no espaço amostral	65
5.	CONCLUSÕES.....	81

REFERÊNCIAS.....	82
Anexo 1 – Questionário socioeconômico relacionado ao uso da energia solar fotovoltaica nos estabelecimentos de Campina Grande, PB.....	94

1. INTRODUÇÃO

Dentre os eixos permanentes de debates da agenda do século XXI, a mudança global do clima torna-se ponto central no debate, propondo profundas e significativas transformações nas políticas públicas, nas questões econômico-sociais e, conseqüentemente, no pensamento humano, ou seja, surge a necessidade de um olhar mais aguçado para a sustentabilidade (GIDDENS, 2010).

Em 1987, o termo “desenvolvimento sustentável” se tornou conhecido através do Relatório da Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, chamado de Relatório de Brundtland, no qual, pela primeira vez, estabeleceu-se uma definição conceitual mais elaborada para o termo, estabelecendo desenvolvimento sustentável como aquele que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras (CMMAD, 1988). Dessa forma, uma nova visão acerca de desenvolvimento sustentável envolve aspecto sociocultural e ambiental, refletindo que a qualidade da vida humana pressupõe progresso (DIAS, 2011).

A Revolução Industrial no século XVIII promoveu crescimento econômico e geração de riqueza, enquanto provocou uma desenfreada busca pelo desenvolvimento econômico propagado pelo modelo capitalista de consumo, aumentando a concentração populacional nos centros urbanos, exigindo um significativo aumento do consumo de energia e recursos naturais, fomentando uma busca desmedida por bens e tecnologias destinadas a suprir às necessidades básicas da população (LIRA et al., 2007).

Neste contexto, com um modelo econômico de natureza predatória, surge à necessidade da exploração de fontes energéticas, com destaque para as de origem fósseis e não-renováveis, que além de causarem impactos negativos no meio ambiente através da emissão de gases do efeito estufa, causam preocupação por tenderem ao esgotamento de suas reservas (LUIZA; GRANZIERA; REI, 2015).

Assim, as fontes energéticas de natureza fóssil e não renovável, como carvão mineral, gás natural e petróleo, fazem com que o setor energético se configure como um dos principais poluidores do meio ambiente através da emissão de dióxido de carbono (IPCC, 2014).

Em virtude disso, surge a necessidade da busca urgente por fontes alternativas de energia que não degradam o meio ambiente, que impactem o mínimo às espécies e seus habitats, que ofereçam segurança e eficiência energética, consolidando-se como ação prioritária na atualidade (FREITAS e DATHEIN, 2013). Essa urgência se dá pelo curto

tempo que existe para a estabilização das emissões de gases do efeito estufa em níveis aceitáveis para a atmosfera (GIDDENS, 2010).

No Brasil, é imprescindível a busca por novas fontes alternativas de energia que agreguem qualidade e suficiência energética, aliadas a tecnologia de baixo custo e com menor impacto ao meio ambiente, ou seja, que estabeleça uma relação de equilíbrio entre a exploração e a preservação ambiental (STEFANELLO; MARANGONI; ZEFERINO, 2018).

De acordo como o Boletim Mensal de Energia do Ministério de Minas e Energia (MME, 2021), o Brasil possui uma matriz energética ampla e variada, com significativa participação de fontes renováveis em sua composição, por volta de 48,4% em 2020.

A ampliação da participação de fontes alternativas de energia renovável junto à matriz energética é uma alternativa essencial para assegurar a qualidade e a segurança energética. O Brasil é um país de elevado potencial energético, apresentando em seu território uma ampla e variada gama de fontes energéticas, com destaque para as de natureza renovável como a hidrelétrica, eólica, biomassa e a solar (BANDEIRA, 2012).

Dentre essas fontes alternativas de energias renováveis, a energia solar é a fonte que se apresenta com maior perspectiva de crescimento, ainda mais na Paraíba, que devido a sua localização privilegiada, em baixas latitudes (próximas à linha do equador), recebe elevados índices de irradiância solar global em praticamente todos os meses do ano (ALMEIDA, 2016).

Mesmo diante desses indicadores, o Estado da Paraíba, bem como a região Nordeste, ainda se encontra num estágio incipiente quanto ao aproveitamento e uso da energia solar quando comparado à Alemanha, que recebe cerca de 40% a menos de irradiância solar em relação ao local menos ensolarado do Brasil (MOREIRA JÚNIOR e SOUZA, 2020).

Concernente aos compromissos públicos, o debate mundial acerca das questões ambientais foi preponderante para inserção da perspectiva ambiental nas políticas públicas do Brasil (RODRIGUES et al., 2012). Essa discussão resultou, em 2015, no compromisso do Brasil para com a Organização das Nações Unidas (ONU), de intensificar esforços no sentido atingir, até o ano de 2030, as metas previstas no documento que privilegia os dezessete “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS)” (SUSTERAS, 2021).

A esse respeito, todo arcabouço legal destinado ao amparo do meio ambiente conta com o fundamental apoio da constituição Federal do Brasil de 1988, que assegura,

em seu 6º capítulo, o direito coletivo de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial para a vida da sociedade, simultaneamente, em que assegura a defesa e a preservação do meio ambiente através do Poder Público (BRASIL, 1988).

Tendo em vista os amparos legais destinados à regulamentação da inserção de energias renováveis, o Brasil possui, dentre outras leis, a resolução normativa nº 482 de 2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2012), que estabelece critérios para a geração elétrica por parte de consumidores e distribuidoras, e a resolução normativa nº 687 de 2015, que amplia e dar outras possibilidades para a capacidade de geração de energia da Resolução Normativa 482 (ANEEL, 2015).

Bermann (2008) cita outro importante documento legal de incentivo à implementação de fontes alternativas, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) estabelecido pela Lei 10.438 de 26 de abril de 2002 e revisado pela Lei 10.762 de 11 de novembro de 2003. Esse programa possibilitou um maior número de estados participantes e estimulou a produção industrial nacional, além da retirada de consumidores de baixa renda na divisão do novo sistema energético.

Nesse contexto, procurou-se quantificar os indicadores de irradiância solar global no Estado da Paraíba como fonte alternativa para conversão e inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica a partir da geração centralizada e distribuída, na perspectiva do desenvolvimento sustentável, sendo essas determinações os objetivos principais. Tendo, ainda, os seguintes objetivos específicos:

- a) Descrever as vantagens e desvantagens da tecnologia fotovoltaica e as políticas públicas de incentivos de natureza fiscal e tributária;
- b) Diagnosticar os quantitativos de parques fotovoltaicos no nordeste brasileiro e as suas respectivas capacidades instaladas;
- c) Quantificar a participação da energia fotovoltaica do Estado da Paraíba, inserida na matriz energética nacional, com as fontes renováveis: eólica e hidráulica;
- d) Avaliar a evolução temporal do uso da energia solar fotovoltaica na Paraíba e relação com a implementação de políticas públicas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Energia e sociedade

Definir energia não é algo simples. Por ser um termo abstrato e abrangente, é um vocábulo de difícil compreensão. A própria ciência não tem uma definição precisa, embora exista um conceito independente, de interpretações causais, mas de essencial importância para a física (JACQUES, 2008).

Em 1807, o médico e físico inglês Thomas Young abordou pela primeira vez a palavra “energia”, que de acordo com suas observações, esse elemento pode informar a capacidade de que um determinado corpo detém de realizar alguma forma de trabalho mecânico (BUCUSSI, 2006).

Etimologicamente a palavra energia tem sua origem no idioma grego, *εργος* (ergos) significando “trabalho”. Segundo o dicionário Michaelis (1998), a energia é definida como a capacidade de um determinado corpo, ou de um sistema de corpos, ou mesmo de uma substância, têm de promover trabalho.

Cientificamente a energia refere-se a duas grandezas físicas. Na primeira grandeza esse elemento é fundamental ao inter-relacionamento de dois entes ou sistemas físicos, e na segunda grandeza se relaciona com a quantidade do movimento, ou seja, quando da interação entre sistemas, estes estão mutuamente trocando energia e quantidade de movimento. Dessa forma, o senso comum também associa o termo energia com a capacidade de gerar trabalho (SEM, 2021).

Na história da humanidade a busca e a produção de fontes de energia sempre foi condição necessária à sobrevivência do homem, configurando-se como ação fundamental ao desenvolvimento das atividades inerentes à vida. Remontam-se a cerca de dois milhões de anos os indícios do uso do fogo por hominídeos (BOWMAN et al., 2009).

Nas primeiras civilizações, como, por exemplo, as da mesopotâmica, por volta de 6 mil anos a utilização do fogo já se dava de forma controlada, com o uso da água para a irrigação através da energia cinética, contemplando-se, também, a força da tração animal e a utilização de recursos naturais como a própria lenha (HÉMERY et al., 1991).

Diante do uso e da descoberta de novas fontes energéticas, foram promovidas evoluções que ampliaram os rumos da sociedade humana (CARVALHO, 2014). Assim, com o evoluir da história, com o desenvolvimento de trabalhos cada vez mais aprimorados, utilizava-se mais energia e, conseqüentemente, necessitava-se de fontes energéticas de maior potencialidade. Assim sendo, os combustíveis de origem fóssil,

como, por exemplo, o carvão mineral, por possuir uma grande capacidade de gerar calor, teve grande importância na geração de energia, passando de forma gradativa a ser explorado, inclusive, para o aquecimento de casas do continente europeu na idade média (COSMO et al., 2020).

A Revolução industrial do século XVIII esboçou claramente essa necessidade energética. Com o advento da máquina a vapor na indústria têxtil e a locomotiva, a produção passou da condição de manufatureira para o de larga escala (industrial), exigindo, entretanto, uma elevada demanda energética. Com o abrupto aumento da população nos centros urbanos, culminaram com o uso intensivo do carvão e lenha na geração da energia elétrica (CIGOGNINI et al., 2016).

Não obstante, o carvão continua a ser utilizado na geração de energia elétrica em vários países. Segundo Baird e Cann (2011, p. 293), “o calor que a queima de combustível fóssil produz é utilizado para gerar vapor de alta pressão, empregado para mover as turbinas e, assim, produzir eletricidade”. Porém, os autores indicam que este processo não apresenta grandes vantagens, pois é um processo que gera expressiva quantidade de gás carbônico quando relacionado a outros combustíveis.

Apesar do carvão se configurar ainda como uma das fontes energéticas mais utilizadas, no processo do desenvolvimento industrial moderno, prevalece o petróleo como fonte impulsionadora desse modelo industrial, que possui como traço característico a produção em massa que exige dinamismo tecnológico atrelado às linhas de produção.

A “idade do petróleo”, como é chamada, marca um período de crescimento industrial expressivo, com ênfase no setor automobilístico e toda a cadeia de suprimentos, além da constituição de uma rede global de distribuição e comercialização de postos de combustíveis. Esse modelo industrial serviu, também, de base para a formulação dos sistemas de transporte e, conseqüentemente, dos atuais modelos de urbanização, extremamente dependentes dessa fonte energética (CARVALHO, 2008).

Na atualidade, o intenso debate acerca dos impactos negativos ao meio ambiente, oriundos das fontes de energias não renováveis, bem como de uma provável escassez de suas reservas, tem levantado esforços em direção à ampliação das fontes de energia renováveis, consideradas mais limpas e menos agressoras ao meio ambiente.

Em paralelo, o desenvolvimento tecnológico utilizando-se fontes de energia renováveis, tais como a eólica e solar, possibilitam maior eficiência e competitividade, quando comparadas com as tradicionais de origem fóssil e/ou com outras renováveis,

como a hidrelétrica, por exemplo, por apresentar grande potencial de geração e de retorno econômico (MONTEZANO, 2012).

Na busca de um modelo de desenvolvimento durável passa, necessariamente, pela reinvenção do atual modelo energético, com o uso de fontes alternativas de energia.

2.2. Transição energética: alternativas sustentáveis

A transição energética é um processo pelo qual um país passa ao fazer mudança na sua matriz energética, ao substituir a energia rica em gases do efeito estufa (petróleo e carvão) por fontes de energia renováveis e mais limpas.

Nos últimos anos, a preocupação com os efeitos da emissão excessiva de gases como o carbono no meio ambiente colocou o mundo inteiro em alerta. Os eventos como a Eco-92, em 1992, e a Rio+20, em 2012, ambos promovidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), e a COP21, em 2015, exemplificam que a preocupação mundial.

O conceito de transição energética não poderia ser mais atual, haja vista a importância em buscar a eficiência energética, ou seja, o de aproveitar melhor o potencial das fontes renováveis de energia. O processo desenvolvimento depende diretamente da oferta energética, uma vez que processos de urbanização, industrialização e de atividades, tais como: transporte, iluminação, abastecimento de água e outros, necessitam de energia (CARVALHO, 2014).

Assim sendo, a energia é um elemento indispensável ao desenvolvimento social, fundamental para qualidade de vida de uma população e para subsidiar o crescimento da economia de qualquer país. Em face disso, o aumento da produção energética tem que ser olhado de forma estratégica, incorporado aos planos nacionais de desenvolvimento, possibilitando atender às necessidades básicas humanas de forma estruturada e com máxima eficiência (BRASIL, 2019).

Para que se tenha um nível satisfatório de eficiência energética, que promova um atendimento universalizado e democrático, torna-se imprescindível investir na área da infraestrutura do sistema, incluídas as edificações e os equipamentos utilizados nas etapas de transformação, transporte e armazenamento da energia (BRASIL, 2019).

Outra questão para esse contexto de transição energética, que debate ampliar a participação de fontes alternativas ambientalmente sustentáveis e a redução gradual de dependência das fontes energéticas de natureza fóssil, é refletir sobre a absorção de uma mão-de-obra que será afetada por essa transição.

Desse modo, refletir sobre essas questões que se relacionam ao custo da energia, das alternativas de transformação produtiva no setor energético e de uma mão-de-obra impactada pelo processo de mudança, torna-se um exercício primordial para uma “transição energética justa”, descarbonizado e de respeito aos limites do planeta (DIEESE, 2021).

Com o objetivo de ajudar a promover essa transição de maneira mais sustentável no Brasil, a ONUBR (2015) define nos Documentos Temáticos da Organização das Nações Unidas no Brasil, algumas metas para se atingir aos chamados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 7) relativos à questão energética, prevendo:

- I - Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia;
- II - Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global;
- III - Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética;
- IV - Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa;
- V - Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países de menor desenvolvimento relativo, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio.

Em 2019, o Secretariado da ONU lança um plano de ação climática visando reduzir em 45% as emissões dos gases do efeito estufa (GEE) pelos próximos dez anos em suas operações, traçando uma meta para obter reduções absolutas das emissões do GEE em torno de 25% até 2025 por pessoa, alcançando 45% até 2030. Outra meta proposta neste plano estratégico é que 80% da geração de eletricidade ocorra por meio de fontes renováveis até o ano de 2030, onde haveria uma diminuição do consumo em 20% até 2025, atingindo 35% em 2030 (ONU, 2019).

Contudo, esse processo de transição energética, apesar de necessário e urgente, encontra resistência de vários países que adiam medidas que promovam atingir os objetivos pleiteados nos acordos climáticos.

Dessa forma, não restam dúvidas que além da ONU e demais órgãos multilaterais, torna-se necessária uma maior integração e articulação dos Estados Nacionais na busca de transformarem suas estruturas produtivas e de consumo. Embora existam esforços

iniciais nesse intuito, muitas dessas nações se encontram bastantes incipientes para marcar esse processo da transição energética (INPE, 2022).

2.3. Fontes energéticas não renováveis: diálogo com a insustentabilidade

A prosperidade humana sempre esteve intimamente ligada à nossa capacidade de capturar, coletar e aproveitar energia. O controle do fogo, por exemplo, permitiu que os nossos ancestrais fizessem a transição necessária para formar as civilizações.

As fontes de energias não renováveis ou convencionais apresentam a finitude, ou esgotabilidade como característica principal de sua natureza. Tais características se dão pelo fato dessas fontes apresentarem um processo de milhões de anos para sua composição e/ou reposição (EPE, 2022).

Os combustíveis oriundos de fontes não renováveis fósseis foram constituídos através da decomposição de restos animais e vegetais, a exemplo do carvão mineral, o petróleo e derivados e o gás natural (BIZERRA; QUEIROZ; COUTINHO, 2018).

Para Baird e Cann (2011), esses combustíveis fósseis ainda se encontram como a principal fonte energética mundial, o que faz desses combustíveis os principais poluidores da atmosfera, pois emitem gases como os óxidos de enxofre e nitrogênio, além dos gases estufas como o dióxido de carbono e o metano.

Como fontes predominantes não renováveis na composição da matriz energética mundial destacam-se o petróleo e derivados, o carvão mineral e o gás natural.

2.3.1. Petróleo

O petróleo é uma das principais fontes fósseis, cujos registros datam por volta de 150 e 90 milhões de anos. Nessas épocas, alguns tipos de microalgas, como também, de bactérias resultantes de plantas aquáticas, após submergirem e se decomporem, resultam em uma mistura de hidrocarboneto e outros compostos orgânicos, podendo se apresentar em estado gasoso, líquido ou sólido (CARVALHO, 2008).

Na civilização moderna, o petróleo se tornou uma fonte energética de grande importância para a economia mundial, sobretudo no ramo industrial, destacando-se a sua utilização na indústria automobilística, farmacêutica, de cosméticos, de sintéticos, de fertilizantes e pesticidas, dentre outras.

No tocante aos impactos socioambientais provocados pela exploração do petróleo e seus derivados na geração de energia elétrica, estes resultam de emissões e da concentração de gases poluentes na atmosfera, a exemplo dos gases do efeito estufa, com importante destaque para o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), contribuintes diretos para o aquecimento do globo.

Outros materiais poluentes atmosféricos resultantes da queima de derivados de petróleo, sobretudo em termelétricas, são o dióxido de enxofre (SO₂) e o denominado material particulado, composto de cinza e pós que se encontram suspensos quando da emissão dos gases.

Dessa forma, além desses materiais poluentes agredirem de forma intensa a atmosfera, atingindo toda a biodiversidade local, atual no agravo da saúde humana, podendo causar distúrbios respiratórios graves, alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso, cânceres, dentre outros (ANEEL, 2005).

2.3.2. Gás natural

O gás natural é um combustível fóssil que se encontra na natureza, normalmente em reservatórios profundos no subsolo, associado ou não ao petróleo, sendo constituído de uma mistura de hidrocarbonetos leves oriundos da decomposição de material orgânico fossilizado há milhões de anos, encontrando-se em acúmulos de rochas porosas no subsolo do meio terrestre e marinho. Em estado bruto, apresenta uma predominância molecular de metano (CH₄), além de estar constituído de moléculas mais pesadas tais como: etano, propano e o butano, dentre outras misturas e impurezas (SANTOS et al., 2007).

Segundo Carvalho (2008), sua formação ocorre em condição similar ao do petróleo, estando geralmente associado ou dissolvido nele, quando em condições de pressão elevada em seus reservatórios.

O gás natural tem uma importância estratégica mundial, por apresentar menor impacto ambiental quando comparado com outras fontes fósseis. Esse atributo aumenta a competitividade em relação a outros combustíveis, por ampliar a sua utilização e servindo de insumo nas indústrias gasoquímica, de matéria-prima, farmacêutica e na produção de plástico, além do setor de transporte e produção de energia elétrica (ANEEL, 2005).

Ainda de acordo a agência supracitada, mesmo apresentando algumas vantagens em comparação ao petróleo e ao carvão mineral, o gás natural também gera impactos

negativos ao meio ambiente. Como exemplo disso, na geração de energia elétrica, em uma unidade termelétrica operando em ciclo a vapor simples, faz-se necessário um sistema de resfriamento que demanda uma quantidade significativa de água, em torno de 94 m³ por MWh, além das perdas ocasionadas pela evaporação e despejos de rejeitos que atingem os recursos hídricos.

Quanto à poluição da atmosfera, verifica-se emissão de poluentes como os óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de nitrogênio (NO₂) e o óxido nitroso (N₂O). O NO₂ provoca impacto na vegetação e na saúde humana e o óxido nitroso, proveniente da indústria, de combustíveis fósseis, da queima de biomassa, dentre outros, além de participar do efeito estufa da atmosfera (FREITAS; MARCIEL; PENZ, 2018).

2.3.3. Carvão mineral

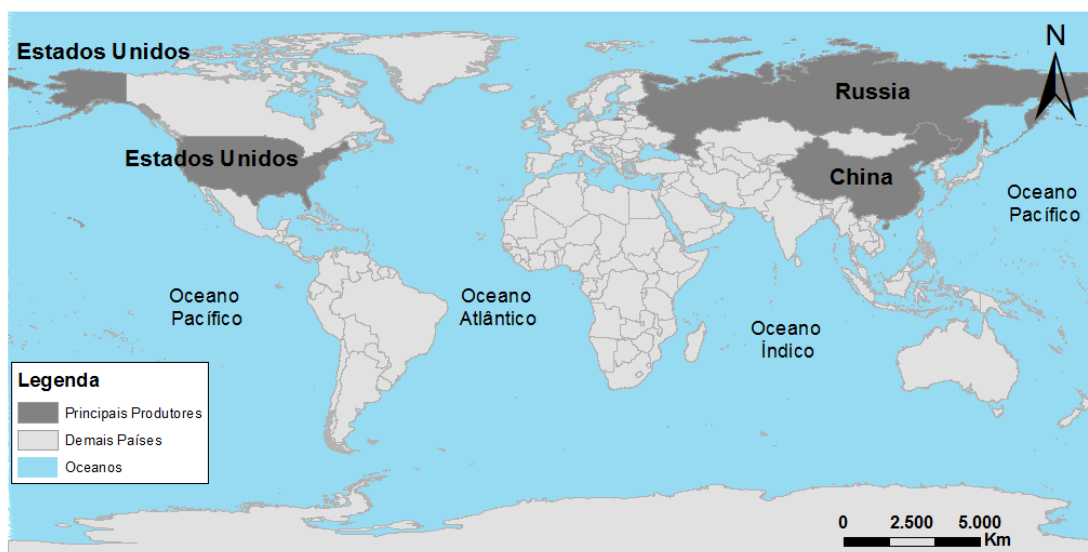
O carvão mineral é um mineral não renovável, mais especificamente uma rocha sedimentar originada há milhares de anos e encontrada no subsolo em depósitos de origem orgânica, portanto, um combustível fóssil com maior disponibilidade no mundo e uma das primeiras fontes de energia usadas pelo homem.

As primeiras jazidas de carvão datam de mais de 200 milhões de anos, originadas de matérias vegetais (troncos, raízes, galhos, juncos e folhas de árvores) parcialmente decompostas e depositadas no fundo de regiões pantanosas (EPE, 2022), sendo subdividido em quatro categorias e classificado em função do teor de carbono, do poder calorífico e do grau de impurezas (CARVALHO, 2008).

Em diversos países o carvão tem seu principal uso na produção de energia elétrica, conforme Baird e Cann (2011, p. 293), “o calor que a queima de combustível fóssil produz é utilizado para gerar vapor de alta pressão, empregado para mover as turbinas e, assim, produzir eletricidade”.

As principais jazidas de carvão mineral estão localizadas nos Estados Unidos, Rússia e China, sendo estes os principais países produtores deste combustível, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição dos principais produtores de carvão mineral



Fonte: EPE, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/abcdenergia/Paginas/MAPA-PRODUTORES-MUNDIAIS-DE-CARVAO-MINERAL.aspx>

Os principais impactos socioambientais do carvão são ocasionados a partir da atividade de mineração, com a abertura de poços através de maquinários manuais (retroescavadeiras, escarificadores e rafas), são emitidos óxido de enxofre, óxido nitrogênio, monóxido de carbono dentre outros poluentes atmosféricos. No escoamento das águas sulfurosas, por meio de drenagem, acaba contaminando as áreas externas, com elevadas concentrações de sulfatos e ferro. No beneficiamento do carvão, há geração de resíduos sólidos em que são depositados em barragens de rejeitos ou em cursos de águas, que afetam diretamente os lençóis freáticos (ANEEL, 2005).

Ainda conforme a ANEEL (2005), além dos relacionados impactos incidentes sobre os recursos hídricos e solos, o processo da queima do carvão libera material particulado e gases poluentes, a exemplo do dióxido de enxofre (SO_2) e os óxidos de nitrogênio (NO_x), materiais esses responsáveis pelo fenômeno da chuva ácida, pelo processo de corrosão em metais, que interferem na biodiversidade e saúde humana.

Além dos impactos relacionados, anteriormente, nos recursos hídricos e nos solos, o processo da queima do carvão libera material particulado e gases poluentes, como, por exemplo, o dióxido de enxofre (SO_2) e os óxidos de nitrogênio (NO_x), materiais esses responsáveis pela ocorrência de chuvas ácidas, processos esses que além da corrosão de metais, afetam diretamente a biodiversidade e saúde humana (COSMO et al., 2020).

2.3.4. Energia nuclear

A energia nuclear ou atômica é a energia liberada em uma reação nuclear, ou seja, em processos de transformação de núcleos atômicos. Baseia-se no princípio da equivalência massa-energia, proposto por Albert Einstein, segundo a qual durante reações nucleares ocorre transformação de massa em energia. A tecnologia nuclear tem como uma das principais finalidades gerar energia elétrica. Aproveitando-se do calor emitido na reação, para aquecer a água até se tornar vapor, assim movimentando uma turbina a vapor acoplada a um gerador (ALVIM, 2007).

Apesar de ser considerada uma fonte de energia limpa, a sua energia é produzida a partir de reações que ocorrem em átomos radioativos, nos quais um átomo de um elemento químico é dividido em dois átomos distintos, ocasionando uma expressiva liberação de energia através de um processo chamado de fissão nuclear, que utiliza, nessa reação, um único elemento natural (urânio). Assim, essa energia produzida durante a fissão, aquece um líquido produzindo vapor em alta pressão que faz movimentar as turbinas que, no que lhe concerne, acionam geradores elétricos (EPE, 2022).

Apesar das usinas nucleares serem construídas com tecnologias que previnam possíveis acidentes de vazamento do material radioativo, há uma preocupação quanto à contaminação do meio ambiente e do ser humano através da liberação do material radioativo (SANTOS, 2008).

O lixo atômico tende a ficar ativo por um longo período e, por isso, se faz necessário o armazenamento adequado. No entanto, os acidentes demonstram que os equipamentos da segurança nuclear não garantem uma proteção total do meio ambiente (SEVALHO, 2018).

A base energética usada pela sociedade é, em geral, fundamentada no uso das chamadas energias convencionais: carvão, petróleo, gás natural e hidroeletricidade. Esse é um cenário preocupante quanto à preservação do planeta, porque essas fontes geralmente liberam grande quantidade de gases tóxicos na atmosfera (SILVA; CÂNDIDO, 2015).

Neste contexto, o uso de fontes de energia renováveis, renova e ganha destaque em todo o mundo, devido, principalmente, à atenção maior com a sustentabilidade ambiental.

2.4. Fontes alternativas de energia renovável

2.4.1. Energia Hidrelétrica

A energia hidrelétrica é gerada ao transformar a força da água em energia elétrica. O grande consumo de energia, durante o último século, gerada por fontes fósseis, possibilitou o crescimento e as transformações da economia global (MUARIGUE; FORTES, 2022)

O Brasil é um dos países com maior potencial hidrelétrico do mundo. Como a energia hidrelétrica resulta da transformação da energia potencial da água em energia cinética e, posteriormente, em elétrica, requer a construção de um reservatório, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Vista panorâmica da usina hidrelétrica de Itaipu



Fonte: ITAIPU, 2001. Disponível em: www.itaipu.gov.br/empresaport.

A hidroeletricidade é a uma fonte renovável, ou seja, limpa e barata, quando comparada com as demais. No entanto, a construção do reservatório (hidrelétrica) é responsável por uma série de impactos ambientais e sociais que podem transformar os ecossistemas locais (DIDONET, 2014), além de depender do regime pluvial para manter a continuidade da vazão de rios e garantir a geração plena de energia (BERMANN, 2007).

Conforme o referido autor, os alagamentos de grandes áreas afetam diretamente as comunidades ribeirinhas, atingem de forma compulsória, requer desapropriação de terras e as suas formas de produção de subsistências, tais como as atividades de pesca e

agricultura. Essas condições prejudicam a estrutura econômica local, os espaços de reprodução social, a cultura e a historicidade da localidade, dentre outras implicações.

Na ambiência aquática observa-se modificação no microclima no entorno das barragens, que favorece o aumento de matérias inorgânicas, por dificultar a reflexão da irradiância na água, ocasionando proliferações de fitoplânctons e macrófitas, o que acaba comprometendo as formas e os ciclos da vida aquática (JUNK; NUNES DE MELLO, 1987).

2.4.2. Energia da biomassa

A energia de biomassa resulta da queima de matérias-primas orgânicas e compreende toda matéria de origem vegetal, incluindo-se os produtos e seus derivados, como, por exemplo, as coberturas florestais, os resíduos gerados pela atividade agrícola, os rejeitos industrial e urbano e os dejetos animais (FERNANDEZ et al., 2017).

O acúmulo de energia química gerada na transformação da irradiância solar, liberada através da combustão ou convertida em produtos energéticos de diferente natureza, por distintos processos, cujos produtos resultantes são: o etanol, óleos vegetais combustíveis, carvão vegetal, gases combustíveis dentre outros (MME, 2007).

De acordo com Goldemberg e Lucon (2007), uma das principais vantagens na geração de energia elétrica de forma renovável, a partir da sua matéria, é a disponibilidade de mão-de-obra mais barata, principalmente, em sistemas que envolvem a produção simultânea de calor e eletricidade como também, na oferta de suprimento de energia elétrica em comunidades isoladas.

No entanto, os impactos negativos da biomassa é a queima ocasionada ou mesmo acidental que causam impactos à saúde de indivíduos expostos e ao meio ambiente. A queima da biomassa é uma fonte significativa de emissão de gases tóxicos, de materiais particulados, gases do efeito estufa, dentre outros (ARBEX et al., 2004).

2.4.3. Energia Eólica

A energia eólica é um tipo de energia obtida a partir da força do vento. Ela é considerada 100% limpa, pois não polui o meio ambiente no processo de geração e é renovável, porque tem como fonte o vento que é um recurso inesgotável (PESSOA; PINHEIRO, 2010).

A forma de aproveitamento se dá por meio da conversão da energia cinética, pela rotação dos geradores, com a utilização de turbinas, como mostra a vista panorâmica da Figura 3.

Figura 3 - Vista panorâmica de uma usina de energia eólica



Fonte: Portal Energia, 2019. Disponível em: <https://www.portal-energia.com/brasil-maior-parque-eolico-neoenergia-148045/>

Embora a energia eólica seja uma alternativa para várias demandas, por se tratar de uma fonte renovável, por contribuir na redução de poluentes atmosféricos, reduzir riscos presentes na sazonalidade dos ciclos hidrológicos e participar de forma significativa no atendimento ao Sistema Interligado Nacional, essa fonte apresenta alguns impactos socioambientais negativos, tais como impactos visual, sonoro e danos a fauna, dentre outros (ANEEL, 2005).

Os impactos relacionados à questão visual são provenientes da instalação dos agrupamentos de torres e aerogeradores. Por se tratarem de infraestruturas necessárias para a formação das usinas ou fazendas eólicas, faz-se necessário um expressivo número de unidades geradoras instaladas e distribuídas ao longo de um determinado espaço, dessa forma há uma interferência direta no meio, alterando a paisagem natural (CARVALHO; PINTO, 2021).

Outro impacto negativo verificado pelos citados autores é o sonoro, que pode afetar diretamente a população do entorno do empreendimento. Dependendo do tipo de equipamento, podem gerar ruídos, principalmente os que possuem turbinas de múltiplas

pás, que além de serem mais barulhentos são menos eficientes em comparação aos aerogeradores de hélices de alta velocidade. Outros, não menos importantes, são os impactos que incidem sobre algumas espécies de aves e morcegos, que colidem fatalmente contra os aerogeradores instalados em suas rotas e os impactos relacionados às interferências eletromagnéticas que podem causar perturbações nas redes de comunicação (televisão, rádio, etc.).

2.4.4. Energia Solar fotovoltaica

A irradiância solar é a fonte primária de energia proveniente do sol. A transferência de energia entre o sol e a superfície da terra se dá pelo processo de radiação sob a forma de ondas eletromagnéticas, além de atuar em outros processos terrestres, desde a fotossíntese, responsável pela produção vegetal, até o desenvolvimento de furacões, circulações atmosférica e oceânica (ALMEIDA, 2016).

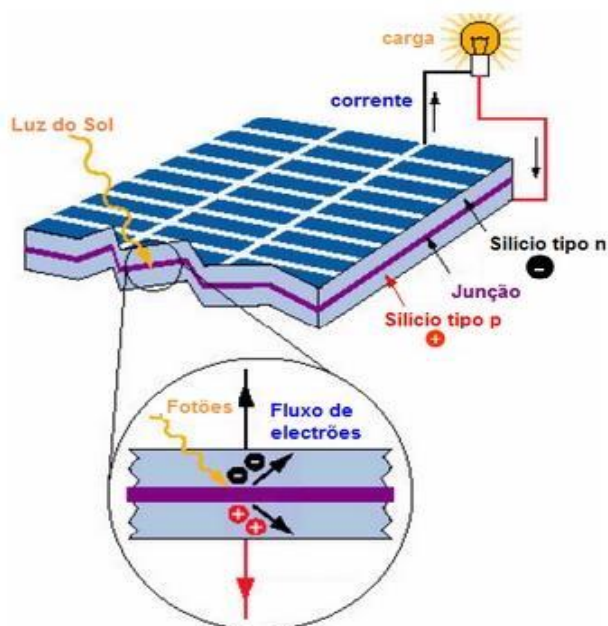
Embora a atmosfera seja transparente à irradiância solar incidente, somente cerca de 25% alcança diretamente a superfície sem nenhuma interferência da atmosfera. O restante uma fração é refletido de volta para o espaço, outra é absorvida, espalhada em volta até atingir a superfície da Terra (ALMEIDA, 2016).

A desigualdade na distribuição da irradiância solar em função da latitude e da época do ano interfere direta e/ou indiretamente nos diversos tipos de climas do globo terrestre, influenciando na variação da pressão atmosférica, nas correntes aéreas, dentre outros (EL MGHOUCHI et al., 2016; ALMEIDA, 2016).

Há várias formas de aproveitamento da energia solar: na iluminação, no aquecimento de fluidos e no ambiente, térmica, dentre outros. O processo de conversão da energia solar em elétrica se dá pela captação dessa energia através de materiais receptores, nos quais acontecem os efeitos termoelétricos e fotovoltaicos (KEMERICH et al., 2016).

Em síntese, o efeito fotovoltaico foi descoberto pelo físico francês Edmond Becquerel, em 1839, e a criação da primeira célula fotovoltaica, por Charles Fritts, em 1883. Essa técnica permite converter os fótons contidos na luz solar (irradiância) em eletricidade através de células solares ou fotovoltaicas (Figura 4), geralmente produzidas a partir de diferentes materiais semicondutores, especialmente, o silício (NASCIMENTO, 2017).

Figura 4 - Esquema do efeito fotovoltaico em painel



Fonte: Energia inteligente, 2022. Disponível em:
<https://peteletricaufjf.wordpress.com/2016/11/15/energia-solar-fotovoltaica/>

De acordo com Lamberts et al., (2010), o processo de conversão acontece de forma silenciosa, com ausência de gases e com dispensa de operadores no sistema. Os fótons (parte luminosa da irradiância solar) são os únicos componentes úteis à conversão ao efeito fotovoltaico, além de apresentar outras aplicabilidades relacionadas à componente térmica (radiação infravermelha), para aquecimento de líquidos ou na geração de eletricidade, por meio de painéis termossolares.

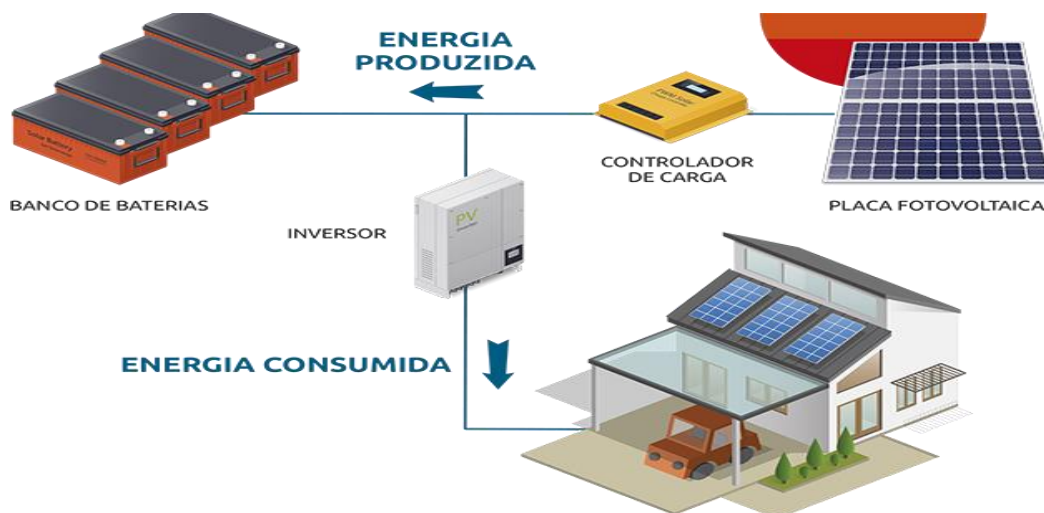
O principal desafio industrial é o de produzir acessórios e equipamentos complementares aos sistemas fotovoltaicos que privilegiam a qualidade e o tempo de vida útil, tornando-os semelhantes às dos módulos à base de silício cristalino (CRESESB 2014).

Os módulos solares são geralmente instalados nos telhados, captam a luz solar e converte em energia elétrica. No entanto, os sistemas fotovoltaicos são agrupados em três tipos: conectados à rede (on grid), isolados (off grid) ou híbridos, como apresentados a seguir.

2.4.4.1. Tipos de Sistemas fotovoltaicos

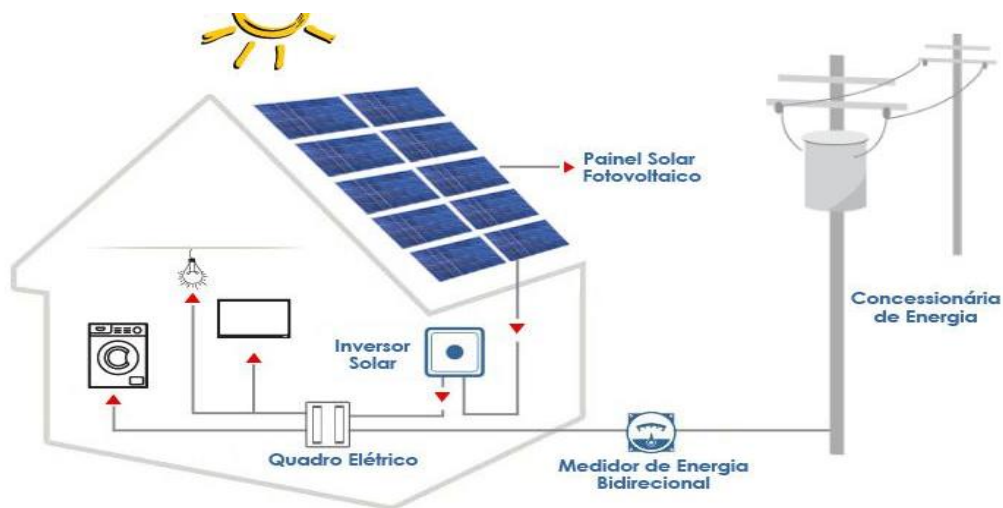
Há basicamente três tipos de sistemas fotovoltaicos para o aproveitamento da energia solar, denominados de sistemas: isolado Off grid (Figura 5), conectado à rede On-grid (Figura 6) e o híbrido.

Figura 5 - Fluxograma de composição de um sistema solar fotovoltaico Off grid



Fonte: Eco aquecedores: Disponível em: <https://www.ecoaquecedores.com.br/energia-solar-fotovoltaica-off-grid/>

Figura 6 - Fluxograma da composição de um sistema solar fotovoltaico On-grid



Fonte: Soligado. 2022. Disponível em: <https://www.soligado.com.br/p/energia-solar-fotovoltaica>

De uma forma geral, os sistemas fotovoltaicos geram energia de maneira similar. Os painéis solares são instalados em telhados e captam a irradiância solar, posteriormente transformando-a em corrente elétrica (PORTAL SOLAR, 2022).

O sistema isolado (Off grid) ou autônomo se caracteriza por não estar conectado à rede elétrica. Assim sendo, toda energia produzida será armazenada em baterias que garantirá o suprimento energético nos horários sem irradiância solar (VILLALVA; GAZOLI, 2013).

Ainda conforme os autores, os sistemas conectados à rede (On grid- Figura 6), o imóvel onde o sistema está instalado permanece conectado à rede pública de distribuição de energia elétrica. A energia captada do sol é convertida em eletricidade; uma fração é usada pelo próprio imóvel e a sobra é repassada à concessionária. Esse repasse é transformado em créditos ao consumidor, o que possibilita diminuir ou mesmo anular o consumo da rede elétrica convencional e ainda gerar excedente de energia.

Relata-se, ainda, que no sistema on grid não há dispositivo para armazenar energia, o excedente produzido retorna à rede convencional de energia elétrica. Esse excesso é contabilizado no chamado “crédito de energia”, podendo ser utilizado em momento futuro quando a demanda for superior à produção (SOUZA, 2020).

Nesse sistema, após a captação da irradiância solar e convertida em energia elétrica, é direcionada ao inversor que a converte em corrente alternada, enviando-a ao quadro elétrico, possibilitando a distribuição entre os equipamentos elétricos.

Com relação ao sistema híbrido, sendo uma junção dos dois sistemas On grid e o Off grid, é um sistema que trabalha conectado à rede elétrica acoplado com um sistema de armazenamento inteligente. Dessa forma, esse sistema passa a ser otimizado que procura gerar mais economia atrelada a uma maior segurança no sistema (PORTAL SOLAR, 2022).

O incentivo ao uso de geração de energia distribuída, principalmente, o de fontes renováveis de energia é de interesse nacional e, especificamente, do Estado da Paraíba. A fonte alternativa de energia limpa e renovável (fotovoltaica), pode ser usado na geração de energia elétrica ou térmica, cujas modalidades são apresentadas a seguir:

2.4.5. Modalidades de geração de energia e resolução normativa

As modalidades de geração e distribuição de energia partem do conceito de geração distribuída. A geração distribuída é utilizada para referenciar a energia elétrica gerada próxima ao local de consumo, possibilitando o compartilhamento entre os consumidores da energia solar gerada por um único sistema fotovoltaico.

Há três modalidades de geração de energia solar fotovoltaica: o de múltiplas unidades consumidoras abastecidas pelo mesmo sistema, a compartilhada, que possibilita a geração fora do ponto de consumo e o de autoconsumo remoto. Essa modalidade de geração permite compartilhar dois ou mais imóveis (BNB, 2022).

A partir do dia 17 de abril de 2012, entrou em vigor a Resolução Normativa nº 482 (ANEEL, 2012), no qual o consumidor brasileiro pode gerar ou cogeração a sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e ainda disponibilizar o excedente para a rede de distribuição.

Essa Resolução Normativa estabelece como microgeração distribuída de energia elétrica, as centrais geradoras que operavam com potência instalada inferior ou igual a 100 KW (quilowatts) e a minigeração distribuída compreendida por centrais geradoras que operavam com potência instalada superior a 100 KW e menor ou igual a 1 MW (megawatts).

No entanto, a Resolução Normativa nº 687/2015 (ANEEL, 2015) reduziu o tempo de concessão do acesso de 180 para 51 dias e padronizou os formulários de solicitação, orientando as distribuidoras a seguirem um padrão. Além disso, alterou algumas diretrizes contidas na anterior RN n.º 482, especificamente nas potências instaladas nos sistemas de microgeração para potência igual ou inferior a 75 KW, e minigeração para potência instalada superior a 75 KW e menor ou igual a 5MW.

Ainda de acordo a regulamentação, foi criada um sistema de compensação, ou seja, toda a produção de energia elétrica de uma unidade consumidora possa ser injetada na rede da distribuidora local para, posteriormente, ser compensada, mas para um mesmo titular. O valor medido será remetido à unidade consumidora sob a forma de créditos de energia, descritos na conta de luz, possibilitando o desconto a ser pago (BLUSOL, 2022).

Outro destaque importante desta resolução normativa foi a criação de três modalidades pertinente à geração distribuída, descritas nos incisos VI, VII e VIII do seu artigo 1º. Assim, são caracterizadas:

[...] VI – empreendimento com múltiplas unidades consumidoras: caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento;

O inciso VI possibilita que vários moradores de um condomínio residencial ou comercial compartilhem a produção da energia elétrica a partir de um mesmo gerador. Dessa forma, recaindo a responsabilidade pela gestão do sistema sobre a administração predial, o condomínio ou mesmo o proprietário do empreendimento (ANEEL, 2015).

VII – geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;

VIII – autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.”

Ainda há as modalidades de geração distribuída junto à carga e centralizada. A primeira é a mais simples, dá-se através da geração e o consumo na própria unidade consumidora, sem que haja o compartilhamento da energia produzida (ENERGÊS, 2022).

Com relação à modalidade de geração centralizada, há uma central ou estação de energia solar fotovoltaica, também denominada de usina ou parque solar, ou seja, um sistema de grande porte que pode ser instalada sobre superfícies do solo e aquático (PEREIRA, 2019), como exemplifica a Figura 7.

Figura 7 - Vista de uma usina solar fotovoltaica, com geração centralizada



Fonte: Oliytech solar, 2018. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/181288/pereira_nx_me_soro.pdf?sequenc

2.4.6. Gestão de Resíduos

A produção de energia solar fotovoltaica usa uma fonte desprovida de combustível fóssil, e não libera nenhum gás causador do efeito estufa durante a geração de eletricidade, no entanto, embora os módulos solares fotovoltaicos pareçam não ter impacto ambiental, algumas fases do ciclo de vida desses sistemas como a da produção, transporte e instalação de módulos fotovoltaicos, componentes e estruturas de suporte, produzem gases do efeito estufa e geram resíduos que podem ocasionar impactos ambientais significativos (RAHMAN; ALAM; AHSAN, 2019).

Assim, como qualquer outro empreendimento destinado à geração de energia, as usinas de energia solar apresentam impactos negativos ao longo de seu ciclo de vida com amplitudes e alcances variados, com destaque para a geração de resíduos. Embora haja benefícios em usar a energia solar como energia “limpa”, a falta de controle, a inexistência de uma gestão sobre esses sistemas no final de sua vida útil, pode ter consequências indesejadas e contraditórias aos preceitos sustentáveis (MIRANDA; LEANDRO; SILVA, 2019).

O processo produtivo, em especial os cuidados pós-obsolescência da tecnologia, ainda precisa ser aprimorado para estar mais em consonância aos princípios do desenvolvimento sustentável, visto que a evolução tecnológica em curso na sociedade humana coloca um grande problema para a sociedade do século XXI: como lidar com tanto lixo eletrônico (GUIMARÃES et al., 2021).

O GESP (2022) define lixo eletrônico como:

“[...] todos os itens de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) e suas partes que foram descartados pelo seu proprietário como resíduos sem a intenção de reutilização. O lixo eletrônico também é conhecido como WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos), lixo eletrônico ou sucata eletrônica em diferentes regiões e em diferentes circunstâncias no mundo. Inclui uma ampla gama de produtos – quase todos os itens domésticos ou comerciais com circuitos ou componentes elétricos com alimentação ou bateria. O lixo eletrônico é um dos fluxos de resíduos mais complexos e de crescimento mais rápido do mundo, afetando tanto a saúde humana quanto o meio ambiente, e proliferando uma perda de matérias-primas valiosas.”

Conforme o estudo da Global E-Waste Monitor (2020) realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), o mundo gerou 53,6 milhões de toneladas de lixo eletrônico no ano de 2019. O Brasil ocupou a 7ª colocação do ranking mundial e o 1º lugar na América Latina como gerador de lixo eletrônico. Anualmente, o país produz cerca de 1,5

mil toneladas de lixo eletrônico, e apenas 3% de todo esse montante tem um descarte adequado (WECKEND, S.; WADE, A.; HEATH, G, 2016).

Um estudo elaborado pela Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA, 2016) realizou a primeira projeção de volumes de resíduos de painéis fotovoltaicos até o ano de 2050. Estimou-se que 78 milhões de toneladas de resíduos de painéis solares serão descartados globalmente até 2050 e, se esses materiais não vendidos forem totalmente reciclados e devolvidos à linha de fabricação, poderão movimentar outros US\$ 15 bilhões.

O Brasil é um país que detém grande potencial energético para produção de energia solar, apesar de apresentar avanço no mercado fotovoltaico, encontra-se em fase de desenvolvimento quanto à tecnologia e à gestão de resíduos. Dessa forma, combinando o crescimento do setor fotovoltaico com o potencial energético do país, bem como as regulamentações emergentes que obrigam à reciclagem destes materiais e incentivam a utilização de materiais reciclados, é possível identificar este setor em estado de ascensão e potencial contribuinte para a geração de grandes volumes de resíduos num futuro próximo (KONZEN; PEREIRA, 2019).

Em relação ao gerenciamento de resíduos, o autor acima afirma que algumas leis, normas e acordos estão em andamento no mundo, principalmente aquelas que regem o lixo elétrico e que inclui sistemas fotovoltaicos.

Um desses regulamentos é a Diretiva n.º 19 europeia que está em vigor desde 2012, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e, embora não se aplique ao Brasil, pode ser considerada um modelo a ser seguido. O respectivo documento legal é uma política baseada no princípio da precaução e nos de princípios de otimização dos recursos, sendo uma norma complementar à legislação geral da União Europeia quanto ao gerenciamento de resíduos e orientação da redução do consumo desnecessário dos recursos naturais (PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2012).

Esta regulamentação, além de considerar a coleta seletiva como imprescindível para a reciclagem, enfatiza a importância da participação dos consumidores nesse processo e estimula o retorno de materiais usados por meios de pontos de coleta públicos e sem custo. Dessa forma, ressalta a importância do cumprimento às normas específicas de reciclagem para resíduos eletroeletrônicos como forma de impedir a disseminação de poluentes no ciclo da reciclagem, tendo como objetivo maior a proteção da saúde humana e do meio ambiente (KONZEN; PEREIRA, 2019).

Assentados nas diretrizes da Diretiva Europeia, Alemanha e Reino Unido possuem legislação destinada ao tratamento dos módulos fotovoltaicos ao longo do período de uso e no final da vida dos equipamentos (MIRANDA; LEANDRO; SILVA, 2019).

Na Alemanha, o *Elektrogesetz* configura-se como a implementação da Diretiva Europeia na legislação nacional, regulando o mercado, a devolução e o descarte dos equipamentos eletroeletrônicos, dentre eles, os módulos fotovoltaicos. Segundo a regulamentação, fabricantes e fornecedores devem estar devidamente registrados na Lei de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (*ElektroG*) para comercializarem os equipamentos fotovoltaicos, e os fabricantes responsabilizados pelo recolhimento e reciclagem dos mesmos no fim do seu ciclo de vida útil (AUSFERTIGUNGSDATUM et al., 2015).

De forma similar ao processo de implementação da Alemanha, o Reino Unido, através da Lei n.º 3.113, de dezembro de 2013, estabelece Os Regulamentos de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, incorporando os preceitos da Diretiva Europeia em sua estrutura, e contemplando o gerenciamento de fim de vida dos painéis fotovoltaicos por parte dos fornecedores e seus fabricantes (PROTECTION, 2013).

No caso do Brasil, por não possuir uma regulamentação específica quanto à destinação dos módulos solares, a classificação dos resíduos sólidos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) é realizada conforme a norma NBR 10.004 de 2004 da Associação Brasileira de Normas técnicas, que os classifica consoante os potenciais riscos ao meio ambiente (ABNT, 2004).

Outra base regulamentar da esfera federal é a Lei n.º 12.305, de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituiu objetivos e metas, instrumentos e planos de ações que devem ser seguidos para um efetivo cumprimento da destinação adequada de resíduos e gerenciamento ambiental (BRASIL, 2010).

Portanto, em face de um panorama ainda em processo de construção, torna-se imprescindível, por razões de sustentabilidade, que se adeque e incorpore uma regulamentação para o descarte responsável dos resíduos gerados pela tecnologia fotovoltaica, não devendo ser apenas visto como um rejeito inútil, pelo contrário, tais resíduos possuem vantagens diversas quando inseridos em processos de descarte responsável, o que poderá agregar valor na cadeia de produção (MIRANDA; LEANDRO; SILVA, 2019).

2.4.7. Energia Fotovoltaica no Cenário Internacional

A questão energética mundial constitui um dos grandes desafios atuais e, em simultâneo, a preocupação com questões ambientais propõe a busca por fontes alternativas de energia que não degradem o meio ambiente (ALMEIDA; ALMEIDA, 2022).

Nesse contexto, a geração de energia fotovoltaica, dentro do segmento energético, é a tecnologia que mais produz posto de trabalho direto e indireto quando relacionada às demais tecnologias existentes, ou seja, é uma tecnologia social e dinamizadora da economia (ABSOLAR, 2021).

Segundo a IRENA (2020), a tecnologia solar fotovoltaica foi a que mais criou postos de trabalho no mundo, em 2020. No cenário internacional atual, a China é o país que mais se destaca na geração de energia elétrica a partir da tecnologia solar fotovoltaica.

Em consonância, a BNEF (2022) ressalta que a China tem incentivado governos locais a investirem na construção de módulos fotovoltaicos de pequena escala em massa, e a traçarem um plano de coordenação dos telhados disponíveis para futuras instalações dessa tecnologia. Com isso, o país visa, além dos segmentos comercial e industrial, o crescimento da energia fotovoltaica no seguimento residencial, principalmente em áreas rurais, com perspectivas de instalações que devem ultrapassar 20 GWp.

Ainda de acordo agência supracitada, os investimentos em energia solar residencial e sistemas de armazenamento vêm ganhando cada vez mais espaço no mercado. A exemplo, no Havaí (EUA), onde quase a totalidade dos novos sistemas fotovoltaicos residenciais estão sendo fabricados com armazenamento, enquanto na Alemanha, aproximadamente 50% da fabricação dos sistemas já incluem dispositivos de armazenamentos. Suíça e a Austrália, ambas com 15% e 5% respectivamente, também se configuram nesse cenário fabril.

Em relação à geração de eletricidade a partir da fonte fotovoltaica, dados da IEA (2015) mostram que China passou a liderar, em 2015, a capacidade instalada de energia solar fotovoltaica com 43,5 GWp, seguida pela Alemanha com 39,7 GWp, Japão com 34,4 GWp, EUA com 25,6 GWp e Itália com 18,9 GWp. No entanto, outros países asiáticos também apresentaram significativo crescimento no mercado de energia solar, a exemplo da Coreia com 1 GWp, Taiwan com 400 MWp e Paquistão com 600 MWp de capacidade instalada.

O Brasil possuía, no final de 2016, 81 MW de energia solar fotovoltaica instalados, sendo 24 MWp de geração centralizada e 57 MWp, ficando entre os vinte maiores líderes mundiais em produção (MME, 2017).

Para Nascimento (2017), os países que se destacam atualmente pela produção de energia elétrica a partir da fonte solar fotovoltaica, de forma geral, contaram com marcos regulatórios de comércio e políticas de incentivo à produção, importação, financiamento e aquisição de equipamentos próprios dessa tecnologia.

2.5. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido

Ao desenvolver sua matriz energética baseada na grande disponibilidade de água, o Brasil soube tirar proveito de sua vantagem comparativa e não precisou recorrer em grande escala a fontes fósseis e nucleares para suprir sua demanda de eletricidade na escala adotada por outros países (BURSZTYN, 2020).

A concepção teórica para uma ação prática, a sustentabilidade pressupõe a busca de um equilíbrio dinâmico e necessário da exploração dos recursos úteis às atividades humanas, ou seja, uma prática capaz de suprir uma demanda atual com a garantia de não esgotamento dos respectivos recursos para que seja possível atender a futuras necessidades (WWF, 2022).

Neste contexto, surge o desenvolvimento sustentável, que de acordo como o autor supracitado, tem sua definição documentada pela Comissão das Nações Unidas, refletindo a finalidade precípua de discutir e propor meios de harmonizar o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental.

Portanto, a peça documental, o Relatório Brundtland definiu como desenvolvimento sustentável como aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem também às suas”.

Em face disso, tem por finalidade promover a harmonização entre processos de exploração de recursos naturais, investimentos, desenvolvimento tecnológico e mudanças institucionais, de modo a propiciar uma exploração pautada na conservação dos sistemas naturais, possibilitando a vida no planeta (CMMAD, 1988).

A sustentabilidade traz consigo três dimensões que devem ser incorporadas nas práticas empresariais. Uma dessas dimensões é a econômica, que prevê empresas mais economicamente viáveis, desenvolvendo com responsabilidade seu aspecto rentabilidade, promovendo o retorno esperado pelos investimentos do capital.

Outra dimensão da sustentabilidade é a social, que se destina ao cumprimento de requisitos que visem à melhoria das condições de trabalho de seus empregados, além de promover ações no meio cultural, oportunizam vagas de trabalho para pessoas com deficiência, investimentos em acessibilidade, dentre outros (LIRA et al., 2007).

A última dimensão de ambiental deve estar pautada na ecoeficiência dos processos produtivos, condicionada à diminuição da poluição, promovendo uma produção mais limpa, de menores impactos negativos no meio natural (LIRA et al., 2007).

Dias (2011) relatou que a inserção do conceito de desenvolvimento sustentável nas organizações tem um papel fundamental para a transformação empresarial. Tal conceito apresenta um modelo que serve de pauta para que as empresas assumam formas de gestão mais eficientes, incorporando práticas relacionadas com a ecoeficiência e a produção mais limpa, fomentando assim, o caráter preventivo de um planejamento estratégico ambiental contínuo aplicado em processos produtivos, com a finalidade de reduzir riscos para a humanidade e o meio ambiente.

Contudo, Veiga (2008) ressalta que nessa busca conceitual do desenvolvimento, é preciso evitar extremismos que considerem o desenvolvimento um processo ilusório, que se apresenta como crença, mito ou mesmo como manipulação ideológica.

Sugere-se evitar entender o conceito de desenvolvimento sustentável como sinônimo de crescimento econômico. Complementado esse raciocínio, Sachs (2022) enfatiza a necessidade de se encontrar um caminho intermediário “entre o fundamentalismo ecológico e o economicismo arrogante”.

Nesse sentido, a ABRAPCH (2022) ressaltou a importância de se adotar práticas que promovam o desenvolvimento sustentável e de políticas ambientais que fortaleçam a competitividade sem inibir o crescimento econômico. Essa busca fortalece a competitividade e, em simultâneo, procura-se a melhoria contínua das condições socioeconômicas. Essa combinação é uma ferramenta capaz de alavancar o processo de desenvolvimento sustentável.

Para Franco (2014), essa prática sustentável deve ser cada vez mais incorporada ao setor energético, por ser essa extremamente importante no processo de desenvolvimento, embora ainda se mantenha uma estrita e intensa relação de exploração de fontes energéticas não renováveis, tornando-o um setor com grande potencial de poluição. Posto isso, é imperioso que energia e sustentabilidade caminhem juntas, de forma que a exploração se dê de forma equilibrada, com novas tecnologias que impactem cada vez menos o meio ambiente.

Assim, diante das crescentes preocupações relacionadas com o meio ambiente, o enfoque da eficiência na exploração dos recursos naturais para utilização energética, guiado pela noção de sustentabilidade, incorpora-se aos debates sobre políticas de desenvolvimento sustentável em diversos países. Tais preocupações convergem para a reflexão do papel que as fontes alternativas de energia têm na promoção de um futuro energético mais equilibrado (DIAS, 2011).

No Brasil e, em especial, na região semiárida do Nordeste, investir na implementação e diversificação de fontes sustentáveis, ajudam a reduzir de forma considerável a dependência da energia hídrica, além de impactar positivamente nos custos de geração, distribuição e consumo, beneficia o meio ambiental e sua estrutura social (ANDRADE, 2012).

Nesse sentido, a região semiárida detém grande potencial alternativo à complementaridade da matriz energética devido à sua localização geográfica no globo terrestre, possibilitando reunir condições radioativas favoráveis à existência de fontes energéticas alternativas, como, por exemplo, a fotovoltaica e a eólica, com capacidade de proverem segurança e suficiência energética necessários ao desenvolvimento sustentável (SILVA; ALVES; RAMALHO, 2020).

O semiárido nordestino (nordeste seco), de acordo com Ab'Sáber (1999), corresponde a uma área de cerca de 700 mil km², com mais de 23 milhões brasileiros vivendo em condições telúricas com a rusticidade do quadro físico e ecológico, com irregularidade no regime pluvial, além de altas temperaturas do ar e baixa amplitude térmica anual e umidade relativa do ar. Características essas resultantes em deficiências hídricas.

A região semiárida é uma das mais povoadas do planeta, apresenta sérios problemas geopolíticos a exemplo de uma má distribuição de energia elétrica, principalmente na zona rural (AB'SÁBER, 1999), embora tenha uma localização privilegiada, por estar próxima na faixa de latitudinal abaixo de 10° S. O semiárido nordestino por recebe grande quantidade de irradiação solar durante todo o ano, possui um grande potencial alternativo para conversão da energia solar em eletricidade (IPEA, 2020).

Diante do exposto, a energia solar fotovoltaica é fator importante para impulsionar o desenvolvimento dessa região, aliado a possibilidade de crescimento sustentável. A fonte fotovoltaica é de baixo impacto ambiental, quando comparada com outras fontes, além de ser a de maior crescimento, com expansão de uso dos consumidores. Por outro

lado, trata-se de uma tecnologia que requer maior taxa de emprego que outras fontes energéticas (ABSOLAR, 2022).

2.6. Setor energético e o desenvolvimento

Desde que se tornou um paradigma, a busca pelo desenvolvimento tem sido uma meta a ser alcançada pela sociedade. Ao longo deste percurso, várias foram as mudanças que ocorreram ao nível do conteúdo, da lógica, bem como dos mecanismos e ferramentas necessárias à sua construção (SILVA et al., 2017).

Em termos históricos, pode-se dizer que a terminologia "desenvolvimento" passou a ser utilizada no pós-Segunda Guerra Mundial por meio de uma série de acordos e tratados internacionais envolvendo diversos países, com destaque para a Carta das Nações Unidas de 1945, que indicou o caminho para se alcançar o desenvolvimento, devendo este incluir a paz e a segurança como elementos que permitem o crescimento social e econômico (CAVALCANTE, 2013). Ou seja, o documento afirma que o desenvolvimento, além de considerar fatores econômicos e sociais, deve prezar por valores morais e culturais que contribuam para o florescimento da humanidade e sua dignidade social (PEREIRA; PEREIRA, 2006).

Assim, a percepção atual do processo de desenvolvimento, defendida pela Organização das Nações Unidas como um processo social e multidimensional, é produto das contribuições de diversas correntes de pensamento ao longo da conjuntura histórica e econômica experimentada pela sociedade contemporânea (SILVA et al., 2017).

Nesse sentido, Dernbach (2011) afirma que os objetivos gerais do desenvolvimento caminham no sentido de possibilitar a qualidade de vida, a liberdade e as oportunidades, além de procurar reduzir a pobreza e o sofrimento humano. Logo, o desenvolvimento tem por essência a busca da revitalização das oportunidades no meio social, de forma que as necessidades e aspirações da coletividade sejam atendidas.

Portanto, incorporou-se ao desenvolvimento abordagens que vão além da econômica apenas, mas que, somadas a esta, permitem mudanças na qualidade de vida da sociedade por meio de indicadores de bem-estar social que analisam variantes como pobreza, desemprego, desigualdade, saúde, nutrição, educação e moradia (VASCONCELLOS; GARCIA, 1998).

Para Pereira e Pereira (2006), apesar de o desenvolvimento propor a melhoria da coletividade, muitos países pobres e em desenvolvimento, por razões históricas e

políticas, não conseguiram sequer atingir a um estado razoável de desenvolvimento econômico, apresentando parcelas de suas populações à margem desse processo, impossibilitadas quanto o acesso a bens e serviços básicos, a exemplo da energia elétrica, elemento indispensável ao processo de crescimento. Lembra ainda que o acesso a fontes energéticas denota riqueza, aumento na produtividade do trabalho, pois, como insumo indispensável a diversas atividades, permite a circulação de pessoas, ideias, mercadorias, segurança, conforto, ou seja, é um elemento básico à fruição dos direitos fundamentais da pessoa humana, condicionante da qualidade de vida das sociedades e que não deve ter seu caráter de essencialidade negado.

Para Sachs (2007), seria a eletricidades uma das manifestações inerentes ao período moderno, compreendida no contexto de transformações do campo social, político e econômico.

Logo, o acesso à energia está vinculado à ideia de liberdade, ao desenvolvimento, à dignidade e à efetivação de diversos direitos fundamentais. A partir dessa concepção, cabe ao Estado nacional a obrigação de promover o bem-estar social, inclusive o acesso universal à energia elétrica (GUIMARÃES et al., 2009).

Dados da ONUBR (2021), refletem um quadro dissonante, contraditório ao sentido do desenvolvimento. A entidade chama atenção para a chamada pobreza energética existente em vários países, enquanto responsabiliza o setor energético por negligenciar a situação de cerca de 760 milhões de pessoas que ainda não têm acesso à energia elétrica.

Nesse contexto, o principal desafio para diminuir a pobreza energética é democratizar a oferta de energia elétrica, direcionar esforço no sentido de se atingir os Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU, dentre estes, o de, até o ano de 2030, assegurar um acesso universalizado, confiável, moderno, incluyente e a preços mais acessíveis às camadas sociais mais carentes financeiramente dos serviços de energia, e assim promover um processo de desenvolvimento mais equilibrado (BIANCHINI, 2020).

Sendo a universalidade do acesso um princípio norteador do regime jurídico dos serviços públicos, incumbe à administração, quando da prestação de serviços públicos, o dever obrigatório de assegurar que os bens e serviços por ela fornecidos, deverão estar acessíveis a todo e qualquer indivíduo que deles necessitar. Tal condição deve ser real e efetiva, de modo que a garantia ao acesso se dê de fato (HACHEM, 2014; BRAGA et al., 2018).

Portanto, é fato que o acesso à energia elétrica é um mecanismo essencial para a obtenção de uma vida digna, cabendo ao Estado a disponibilização desse serviço mediante implementação de políticas públicas, o que ratifica e legitima esse acesso como um direito social fundamental à existência humana. Assim, o acesso à energia elétrica configura-se como uma importante ferramenta para o pleno enfrentamento da ideia do mínimo necessário, que inclui o acesso a um conjunto de direitos essenciais ao desenvolvimento do indivíduo com dignidade (ANDRADE, 2008; BRAGA et al., 2018).

2.7. Formação do Nordeste e o setor elétrico

O Nordeste brasileiro teve sua formação baseada na monocultura da cana-de-açúcar, no latifúndio e na concentração de renda, apresentando, em um primeiro momento, uma economia extremamente dependente do mercado internacional, e, posteriormente, dependendo do mercado interno do centro-sul do país para escoar sua produção. Esse processo de relação econômica resultou em alto grau de pobreza, desocupação e migração forçada de seu contingente humano (FILHO, 2016).

Tal dependência expunha a condição de subalternidade do Nordeste frente ao Centro-Sul, reproduzida pela divisão geográfica do trabalho, seguia os moldes dos processos de desenvolvimento econômico mundial, onde há um alto grau de industrialização nas metrópoles, enquanto para as colônias resta a produção de matérias-primas. A reprodução dessa dinâmica acentuou ainda mais os desequilíbrios entre as respectivas regiões (D'AGUIAR, 2013).

Diante desse quadro, Albino (2015) diz que o Nordeste deve ser entendido para além de apenas um espaço físico, que apresenta apenas heterogeneidades em sua geografia ou especificidades culturais, mas, entendido como um espaço resultante de processos políticos, de conflitos de interesses que implicam no processo de desenvolvimento.

Para mitigar essas problemáticas, mesmo antes da formação oficial do Nordeste como região, em 1930, o Estado promovera políticas assistencialistas mediante órgãos federais, a exemplo do IOCS, IFOCS, DNOCS, que visavam combater à seca e promover desenvolvimento regional, porém sem o logro esperado, reforçando assim o aumento das disparidades já existentes. Aliada a essa falta de êxito institucional, a região ainda convivia com a oposição das próprias oligarquias políticas que não viam com bons olhos as medidas de socorro à região (SILVA et al., 2016).

No bojo dessa situação, surgiu a necessidade de uma reforma administrativa que fomentasse uma política de planejamento de desenvolvimento para o Nordeste, que fora inicialmente apontada pelo Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), em 1956, e posteriormente consolidada com a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em 1959, através da Lei no 3.692, com o intuito de determinar as diretrizes técnicas para resolução dos problemas da região (ARAÚJO et al., 1994).

Reunidas nos Planos Diretores da SUDENE, essas diretrizes tiveram como objetivo principal apresentar diretivas de políticas econômicas que serviram de base para investimentos do Governo Federal no Nordeste (SUDENE, 1966).

Conforme a Superintendência, uma diretriz constante nos seus respectivos planos diretores foi a da implantação de uma infraestrutura elétrica visando proporcionar uma maior cobertura de energia elétrica à população enquanto possibilitasse o desenvolvimento econômico da região.

Cabe destacar que alguns dos conflitos vivenciados pela região Nordeste envolveu a geração de energia elétrica extremamente dependente da hidroeletricidade a partir do rio São Francisco. Com predominância na matriz energética, essa fonte energética convive com regimes irregulares de chuva que interferem diretamente na situação hidrológica da bacia (CBHSF, 2015).

É visto que a geração de eletricidade é para o Nordeste, como para qualquer outra região, um condicionador ao desenvolvimento, tornando-se, a eletricidade, um elemento essencial para a promoção do bem-estar social e um vetor de impulsão para o crescimento econômico. Portanto, investir na diversidade de fontes energéticas é ponto fundamental para garantir uma ampla e eficiente cobertura elétrica para os diversos setores que demandam de eletricidade para o desenvolvimento de suas atividades (SILVA; MELO, 2001).

A partir dessa perspectiva, Araújo (2010) propõe repensar o Nordeste na atualidade do ponto de vista de suas potencialidades, inclusive de seus recursos naturais para suprimento das demandas energéticas, sendo estes recursos fundamentais para o desenvolvimento da região. Assim, evidencia haver disponibilidade de conhecimento, tecnologia e de recursos naturais em abundância, a exemplo das fontes solar e eólica, que bem exploradas, trarão benefícios em termos socioeconômicos e ambientais, inaugurando um “novo tempo”, o das energias renováveis e limpas.

Corroborando, BNB (2015) afirma que fontes renováveis de energia como solar, eólica e biomassa têm um alto potencial de crescimento no Nordeste, implicando um futuro promissor em termos de desenvolvimento de mercado e avanço tecnológico no setor de energia na região (BNB, 2015).

Uma das várias dimensões do desenvolvimento deve pautar uma matriz energética diversificada, composta por fontes renováveis e de baixa poluição, de forma que seja valorizado o respeito às particularidades regionais e o incentivo ao fomento da geração local, próxima do consumo, objetivando a redução de custos com as infraestruturas de transmissão, aumento da geração de empregos e minoração de impactos ambientais, dessa forma contemplando os fatores econômicos, sociais e ambientais (COSTA; BRAGA JUNIOR, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Procedimentos metodológicos

O trabalho consistiu de efetivar um diagnóstico do potencial de energia solar e fotovoltaica no Estado da Paraíba e sua relação com o desenvolvimento sustentável, utilizando-se técnicas de Pesquisa Exploratória, Documental e Aplicada, com abordagem quantitativa e qualitativa.

O presente trabalho abrange, principalmente, o Estado da Paraíba (Figura 8), localizado na parte leste da região nordeste do Brasil, com área territorial de 56.467,242 km², uma população estimada de 4.059.905 milhões de habitantes, distribuída em 223 municípios e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,658 (IBGE, 2021).

Figura 8 - Mapa geográfico do Brasil com destaque para o Estado da Paraíba



Fonte: IBGE, 2021.

Os parques de energia solar fotovoltaica no Estado da Paraíba, com geração centralizada instalados nas cidades de Condado, Coremas e Malta, Santa Luzia e João Pessoa e na modalidade de geração distribuída, em estabelecimentos empresariais da Cidade de Campina Grande, constituirão as unidades experimentais para coleta de dados.

3.2. Coleta e Análise dos dados

O diagnóstico quantitativo e/ou qualitativo do potencial de irradiância solar e fotovoltaico da Paraíba, do Brasil e de outras localidades foram extraídos diretamente dos sites do Ministério de Minas e Energia (MME- <https://www.gov.br/mme/pt-br>), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL-<https://www.aneel.gov.br/>), do Anuário Estatístico de Energia Elétrica (<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados>), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE-<https://www.epe.gov.br/pt>), da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR-<http://www.absolar.org.br/>), do Atlas Brasileiro de Energia Solar (http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017_PB), da Companhia de Desenvolvimento da Paraíba (CINEP) e de outros documentos oficiais.

Os dados mensais e anuais de irradiância solar global da Paraíba foram extraídos diretamente do site do (INMET-<https://portal.inmet.gov.br>) INPE.

As principais características da utilização do potencial de geração distribuída e das modalidades da energia solar fotovoltaica, deu-se por meio da pesquisa em campo em

estabelecimentos empresariais consumidores, na cidade de Campina Grande, através de questionário estruturado. As análises dos dados de irradiância solar global, de solar fotovoltaica e de outras fontes de energia renováveis, foram feitas utilizando-se os procedimentos da estatística descritiva, nas diferentes escalas temporais e espaciais.

Com os dados mensais e anuais de irradiância solar foram determinadas as medidas de tendência central (média e mediana), os percentuais e a evolução temporal das diferentes fontes de energia, incluindo-se esses indicadores para quantificar a potência instalada da fonte fotovoltaica no Estado da Paraíba.

Utilizando-se os dados de irradiância solar global, de insolação dos últimos 31 anos, foram determinadas as médias mensais, e realizada uma análise comparativa com os dados da Alemanha.

Procurando estabelecer a situação da energia solar fotovoltaica do Nordeste do Brasil, foram aferidos os potenciais em geração centralizadas (por meio das usinas solares) e da geração distribuída por meio da micro e minigeração.

Com um recorte temporal dos últimos cinco anos (2017 a 2022), do uso da energia solar fotovoltaica na Paraíba, contabilizando-se os quantitativos de parques fotovoltaicos, as capacidades instaladas e os números de usuários.

Esses procedimentos estatísticos permitiram estabelecer os principais indicadores da fonte fotovoltaica e a comparação com outras fontes renováveis.

Utilizou-se, ainda, um recorte temporal entre 1 de abril e 19 de julho de 2022, dos estabelecimentos empresariais, como o tipo de classe consumidora, por reunir elementos significativos ao desenvolvimento do estudo.

Para isto, a amostra foi composta de trinta estabelecimentos empresariais, na cidade de Campina Grande, dos três ramos de atividade (comércio, indústria e serviço) da cidade de Campina Grande, aonde foi aplicado, aleatoriamente, um questionário estruturado e individual, com perguntas quali-quantitativas referentes ao perfil socioeconômico e relativas à tecnologia fotovoltaica adquirida pelo respectivo consumidor, tais como: Qual o ramo de atividade do empreendimento? O porte do estabelecimento? Quanto tempo utiliza o sistema fotovoltaico? A finalidade do uso do sistema fotovoltaico? A potência instalada do gerador de energia elétrica, dentre outros. As descrições detalhadas constam no Apêndice 1.

Os cálculos e as análises da estatística descritiva, incluindo-se a elaboração de gráficos e tabelas, foram feitos utilizando-se a planilha Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Histórico do uso da energia solar

O estabelecimento dos indicadores de irradiância solar global à superfície para um determinado local ou região é de extrema importância no estudo sobre desenvolvimento. A energia solar, desde os primórdios da vida no planeta Terra, foi aproveitada pelos organismos para as suas sobrevivências. Os primeiros seres vivos que habitaram na Terra, sejam humanos ou animais, usufruíam da luz solar para atender as mais simples das necessidades, tais como o aquecimento nos dias frios e/ou de secagem, nos chuvosos.

A energia solar vem sendo aproveitada pelos homens deste o tempo remoto, quando eles começaram a entender que a luz solar poderia ser mais bem aproveitada para suprir as necessidades básicas de aquecimento, iluminação e alimentação (via fotossíntese e das cadeias alimentares), além das práticas de secagens de grãos e da pele de animais, que elimina os microrganismos patogênicos.

O aproveitamento da energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras para o nordeste, em especial para o semiárido, para fins de desenvolvimento sustentável, pois essa fonte energética além de ser abundante e renovável, a sua geração não polui e nem prejudica o ecossistema. Uma das práticas mais eficazes de aproveitamento da energia solar, muito utilizada, é a do aquecimento da água e recentemente, a fotovoltaica que possibilita aproveitar de forma mais eficiente da irradiância solar, convertendo-a em energia elétrica.

A oscilação temporal da irradiância solar é um dos desafios científicos que vem sendo avaliado e investigado para dar suporte ao crescimento da geração fotovoltaica. Diante disto, concorda-se com Zhu et al., (2019), que a variabilidade da geração da energia solar fotovoltaica está intrinsecamente relacionada às características da irradiância solar e das condições meteorológicas locais, sobretudo as relacionadas à nebulosidade.

4.2. Indicadores de irradiância solar global no estado da Paraíba

Configurando-se como fonte primária para diversos processos físicos, químicos e biológicos, o Sol é uma fonte energética inesgotável de luz e calor, o que o torna uma fonte alternativa promissora frente às demais fontes energéticas utilizadas nas mais diversas atividades humanas.

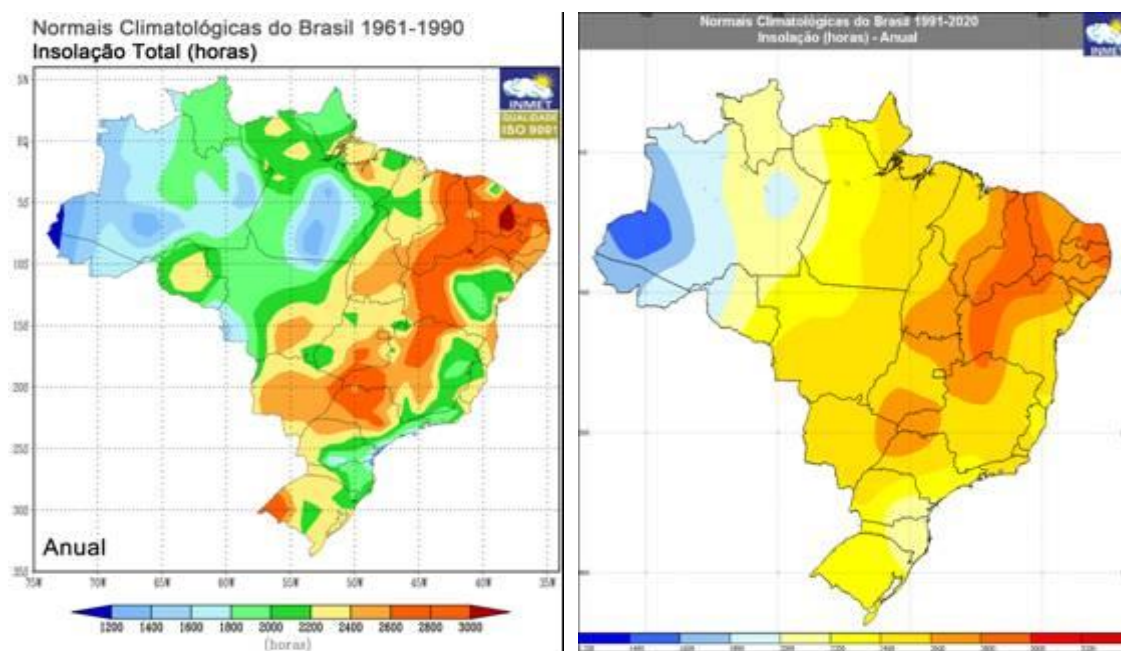
Do ponto de vista da preservação ambiental, a energia solar apresenta vantagens consideráveis às metas de transição energética por ser uma fonte limpa, ou seja, sem influência no efeito estufa, como também por apresentar reduzidos impactos na produção de energia elétrica.

A transferência de energia do Sol para a Terra se dá mediante o processo de radiação que atinge a superfície do planeta através ondas eletromagnéticas. Anualmente, a Terra recebe mais de mil e quinhentos quatrilhões ($1,5 \times 10^{18}$) de quilowatts/hora.

A quantificação do potencial de irradiância solar no recorte geográfico do Estado da Paraíba é essencial para o processo de desenvolvimento sustentável por possibilitar a conversão em energia solar fotovoltaica.

A Figura 9 apresenta os totais médios da insolação anual, equivalentes às respectivas segunda e terceira normais climatológica (1961-1990; 1991 a 2020)

Figura 9 - Totais anuais de insolação, equivalentes à segunda e terceira normais climatológicas do Brasil.



Fonte: INMET, 2022. Disponível em: https://clima.inmet.gov.br/NormaisClimatologicas/1961-1990/precipitacao_acumulada_mensal_anual

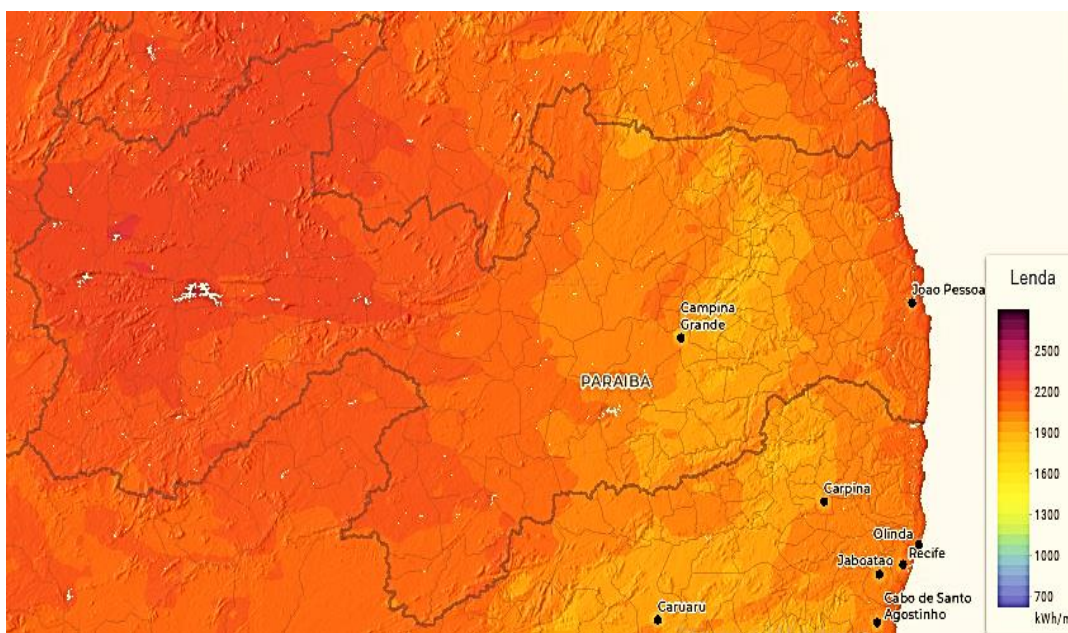
Como se observa na Figura 9, o número de sol no recorte geográfico do nordeste brasileiro oscila entre 2800 a 3000 horas de sol por ano. Os elevados indicadores de insolação e, conseqüentemente, de irradiância solar comprovam a existência de um elevado potencial a ser explorado para geração de energia elétrica a partir do Sol.

A Paraíba é um dos estados que possuem os mais altos valores de irradiação solar do Nordeste brasileiro, região que detém, segundo dados do Atlas Brasileiro de Energia Solar, uma média anual de 6,5 KWh/m² por dia, superando a média nacional que varia entre 4,5 Wh/m² e 6,3 Wh/m².

Uma das formas de medição da quantidade de energia recebida em uma determinada área é a Irradiância Global Horizontal, que consiste na taxa de energia total por unidade de área incidente numa determinada superfície horizontal.

Através da Figura 10 é possível observar que os valores da irradiação horizontal global no Estado da Paraíba superam 2000 KWh/m², índice que favorece o processo de captação e geração de energia solar fotovoltaica, colaborando assim para o impulso na implementação dessa fonte na matriz elétrica, além de contribuir para a eficiência e segurança energética do sistema elétrico nacional.

Figura 10 - Média anual da irradiação horizontal global no Estado da Paraíba

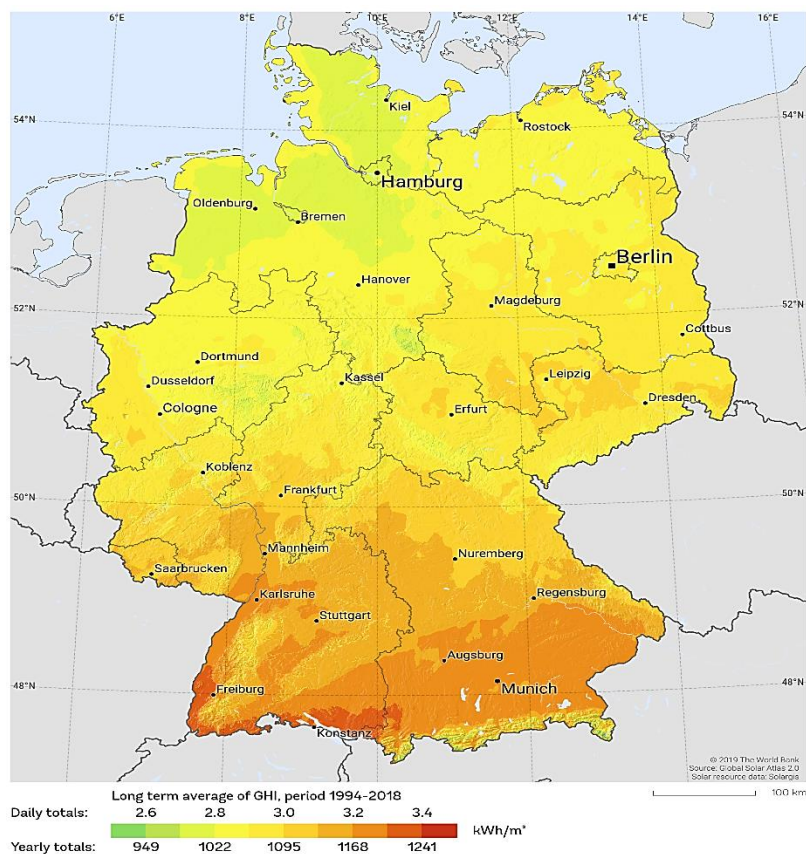


Fonte: Adaptado de Atlas Solar Global, 2022. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info/map?c=-7.256221,-36.89209,8&s=-7.121937,-36.724685&m=site>

Comparando-se as médias de radiação do Estado da Paraíba com as da Alemanha, um dos países que mais produz energia elétrica a partir da fonte solar, segundo dados da IRENA (2022), nota-se que a área de maior incidência solar do país europeu, que possui uma média anual de (GHI) de 1.088,4 KWh/m², não ultrapassa os índices de incidência

da Paraíba, que possui uma média anual de (GHI) de 2.086,3 KWh/m², conforme os valores dispostos na Figura 11.

Figura 11 - Média anual da irradiação horizontal global na Alemanha



Fonte: Adaptado de Atlas Solar Global, 2022. Disponível em:

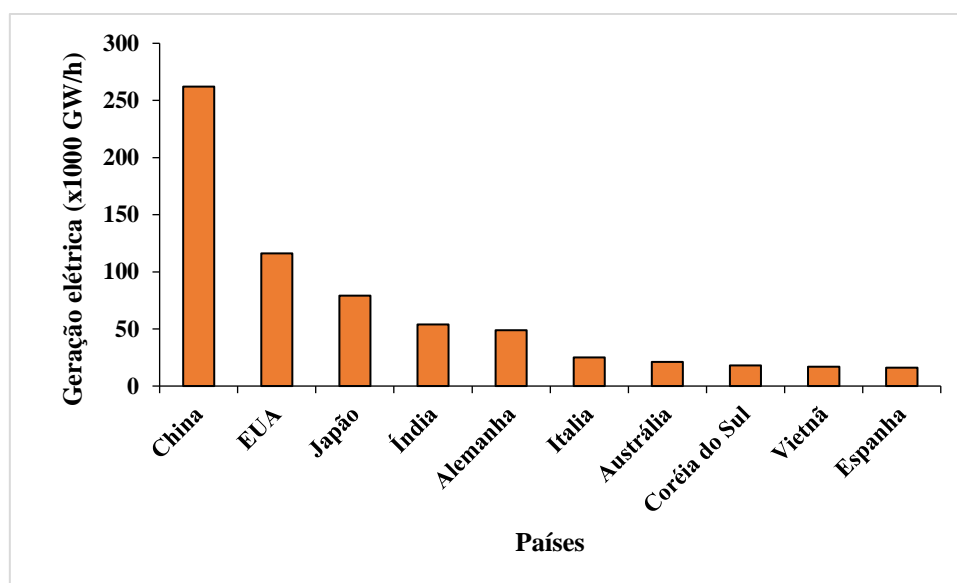
<https://globalsolaratlas.info/detail?c=51.781436,10.678711,4&s=51.163818,10.447831&m=site>

Mesmo possuindo condições climáticas menos favoráveis que o Brasil, a Alemanha detém de um eficiente programa de investimento e inserção de tecnologias fotovoltaicas, o que lhe confere grande capacidade de aproveitamento do recurso energético, dessa forma superando a do Brasil, que ainda se encontra em níveis incipientes de geração.

A Alemanha está inserida no rol das maiores potências econômicas e industriais do mundo. Objetivando realizar uma transição para uma matriz energética mais sustentável, tem realizado investimentos direcionados à implementação de energias renováveis, ainda mais em energia solar fotovoltaica, e a partir disso obtendo resultados bastantes expressivos quanto à geração de energia elétrica a partir dessa fonte. Por meio dos dados da International Renewable Energy Agency, visualiza-se que no ano de 2020

a Alemanha ocupava a quinta posição na lista dos dez países que mais geraram eletricidade através da energia solar fotovoltaica, atingindo uma geração próxima do 50 mil GWh, atrás apenas da China, EUA, Japão e Índia, conforme a figura 12.

Figura 12 - Lista dos 10 países que mais geraram eletricidade a partir da tecnologia solar fotovoltaica em 2020



Fonte: Dados de IRENA, 2022. Elaborado pelo autor. Disponível em: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>

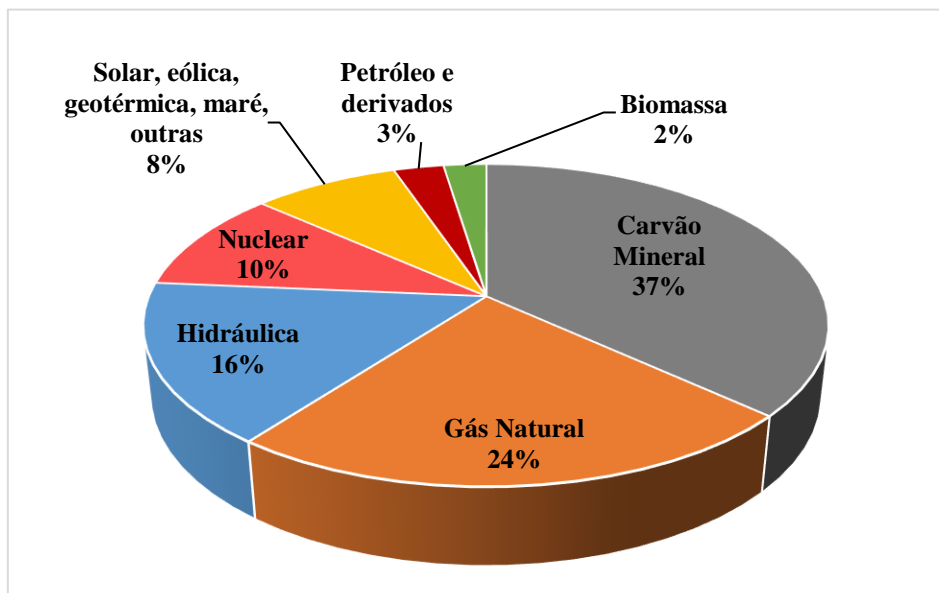
4.3. Vantagens e desvantagens da tecnologia fotovoltaica e as políticas públicas de incentivo fiscal e tributário

A produção e o consumo de energia elétrica a partir de fontes de natureza renovável se mantêm em constante crescimento no mundo. A necessidade por uma matriz mais limpa, que objetive à nulidade ou redução da emissão de poluentes atmosféricos, aliada à capacidade de gerar benefícios no âmbito socioeconômico, tornando o mercado mais competitivo, promove movimentos direcionados para uma transição energética cujo o objetivo é a constituição de matrizes elétricas predominantemente renováveis.

Atualmente, matriz elétrica mundial apresenta uma composição bastante diversificada em termos de fontes energéticas, sendo constituída por fontes de natureza renovável e não-renovável. Porém, observa-se nessa matriz um predomínio de fontes de natureza não-renovável na oferta da geração energética, com importante destaque para as fontes de natureza fóssil como o petróleo e seus derivados, o carvão mineral e o gás natural, que juntas somadas superam 63% do total da produção. Tal informação é

confirmada por dados levantados pela International Energy Agency – IEA (2021) e pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2022), conforme é visto na figura 13.

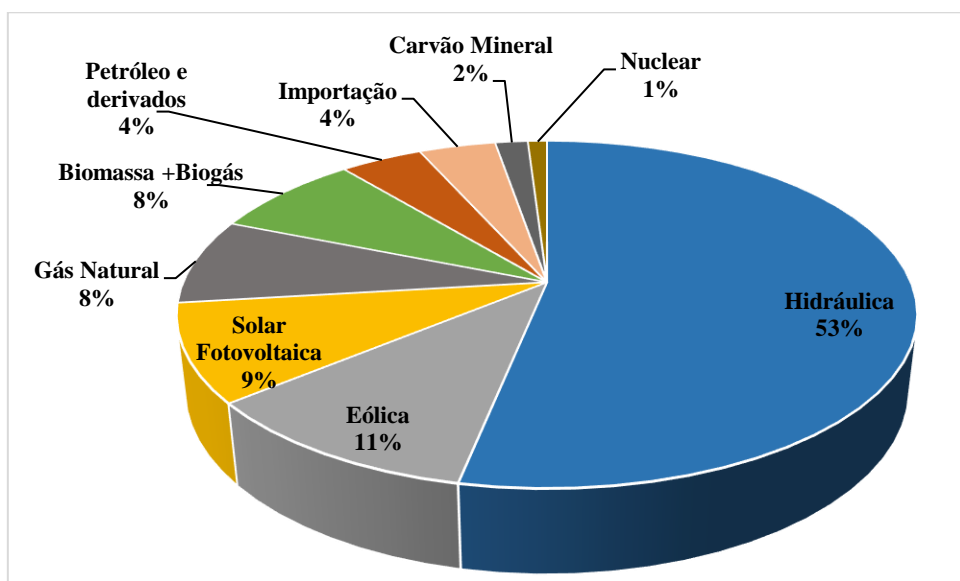
Figura 13 - Frequência relativa (%) da matriz elétrica mundial em 2019



Fonte: Dado de EPE, 2022. Elaborado pelo autor. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>

Em se tratando do Brasil, o país apresenta uma matriz diversificada de fontes energéticas, com prevalência histórica das renováveis, com um alto percentual de participação, operando atualmente com 166.911 MWp, supera os 80% de toda a geração elétrica. Dentre todas as fontes, a geração hidrelétrica participa de forma majoritária, com mais de 50% do produzido em toda a matriz. As fontes não-renováveis, somadas as importações, participam com quase 20% de geração, de acordo com os dados da ABSOLA/ANEEL (2022), mostrados na figura 14.

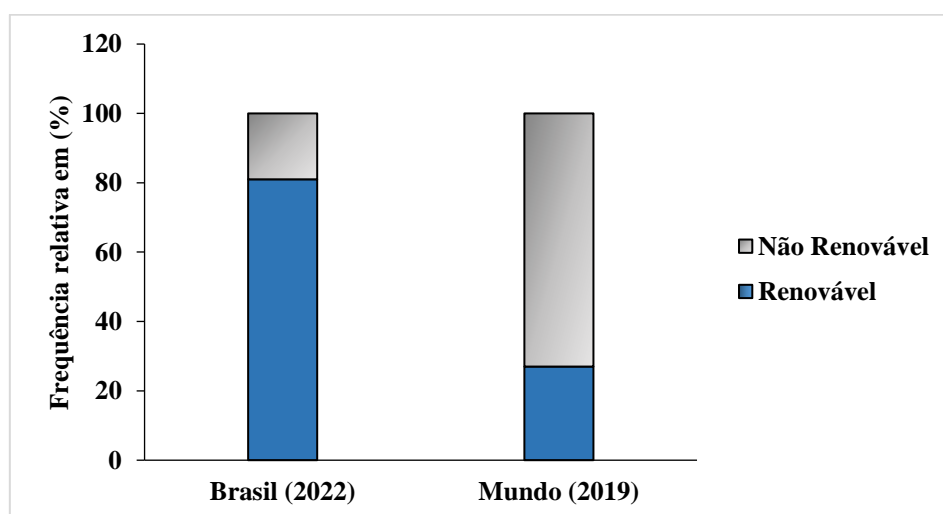
Figura 14 - Frequência relativa (%) da matriz elétrica brasileira em 2021



Fonte: Dados fornecidos pela ABSOLAR/ANEEL, 2022. Elaborado pelo autor.

Fica evidente o alto potencial que o Brasil possui de geração elétrica a partir de fontes renováveis presentes em seu território. Quando comparado ao restante do mundo, visualiza-se que o Brasil possui 81% de sua geração a partir de recursos renováveis contra 27% no restante do mundo. Na geração baseada em recursos não-renováveis, o país tem 19% da geração contra 73% no resto do mundo, conforme a figura 15.

Figura 15 - Comparação da participação das fontes renováveis na oferta interna de energia – Brasil/Mundo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Mesmo possuindo uma matriz com predomínio de fontes renováveis, o Brasil se configura como o quinto maior emissor de gases do efeito estufa do mundo, por emitir cerca de 3,2% das emissões globais, atrás apenas de China, EUA, Rússia e Índia. Num período de 30 anos as emissões brutas passaram de 2,05 (GtCO_{2e}) para 2,16 GtCO_{2e}, de acordo com (POTENZA et al., 2021).

Nesse sentido, fica claro que o setor elétrico é uma área estratégica para qualquer país por ser utilizada nas mais variadas atividades humanas, nas demandas produtivas em pequena e em larga escala. Porém, por possuir ainda uma grande dependência de recursos não renováveis para gerar eletricidade, torna-se um setor contribuinte direto na poluição atmosférica.

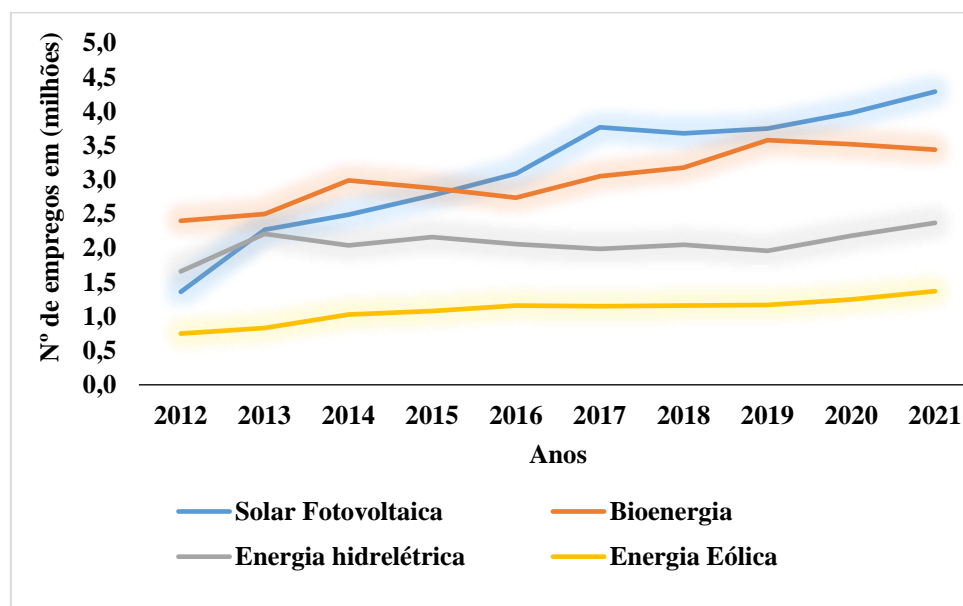
A energia solar fotovoltaica surge como uma fonte alternativa capaz de atender as metas de redução de poluentes atmosféricos, influir de maneira significativa na economia, aquecendo o mercado e produzindo postos de trabalho em toda a sua cadeia produtiva, ou seja, elencar vantagens implicam diretamente no meio ambiental, social e econômico.

Na dimensão ambiental, a energia solar fotovoltaica tem por característica ser uma fonte energética limpa, ou seja, não há emissão de gases do efeito estufa no processo de geração elétrica; advém de uma fonte inesgotável, o sol; e se estabelece no preceituado pela sustentabilidade.

Outra vantagem concernente à tecnologia solar fotovoltaica se volta ao aspecto socioeconômico. O desenvolvimento dessa tecnologia tem capacidade de promover o crescimento econômico através da atração de investimentos, gerar receita, possibilitar a criação de novos postos de empregos em toda a sua cadeia produtiva e redução de custos.

A capacidade de crescimento e aquecimento da oferta de emprego promovida pela fonte solar fotovoltaica é observada na Figura 16, onde a linha de crescimento da tecnologia fotovoltaica traçada pela IRENA (2022), manteve um ritmo de crescimento contínuo e acentuado frente às demais fontes de energia renovável. Em face dos números, observa-se que no ano de 2012 a tecnologia fotovoltaica gerou 1,36 milhão de empregos, contra 2,4 milhões da Bioenergia, 1,6 milhão da hidrelétrica e 0,75 milhões da fonte eólica.

Figura 16 - Evolução temporal (mundial) na geração de emprego por fontes renováveis de energia nos últimos dez anos



Fonte: Adaptado de IRENA, 2022. Disponível em: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Employment-Time-Series>

A empregabilidade das respectivas fontes chegou em 2021, apresentando um quadro evolutivo positivo em relação a 2012, com destaque para a tecnologia solar fotovoltaica, a fonte renovável que mais cresceu no período, obtendo um crescimento de 315%, gerando 4,29 milhões de postos de emprego, contra 3,4 milhões da Bioenergia, 2,4 milhões da fonte hidrelétrica e 1,4 milhão da Eólica.

No lapso temporal anteriormente apresentado, o mercado brasileiro da energia solar fotovoltaica acumulou investimentos na casa de R\$ 97,8 bilhões de reais, possibilitando a criação de cerca de 559,6 mil postos de trabalho e gerando uma receita tributária superior a R\$ 26,5 bilhões de reais, conforme dados apresentados pela ABSOLAR (2022).

Outra vantagem da tecnologia fotovoltaica é a possibilidade de redução da conta de luz, podendo o consumidor obter mais de 95% de redução no valor a ser pago.

Embora a tecnologia fotovoltaica apresente diversas vantagens, é importante ressaltar que essa fonte energética apresenta algumas desvantagens motivadas pela intervenção antrópica no meio ambiente, provocando alterações no meio físico, químico, biológico, social ou mesmo no meio econômico.

Nesse sentido, conforme Filho et al. (2015), pode-se constatar degradação ambiental na implantação de usinas solares, havendo, de acordo com o porte e localização

do empreendimento, afetações no meio paisagístico mediante técnicas de terraplanagem; a partir da retirada vegetativa, pode haver aceleração de processos erosivos, modificações do fluxo hidrológico superficial, implicações na fauna local, geração e acúmulo de resíduos, além de possíveis contaminações do solo por meio da manipulação de produtos químicos (óleos, graxas), dentre outras.

Conforme Scherer et al. (2015), as desvantagens que afetam o meio socioeconômico compreendem às demandas necessárias ao uso da tecnologia. O alto custo dos sistemas fotovoltaicos, que se destinam à geração distribuída, ainda é um empecilho à disseminação da tecnologia no meio social, ainda mais entre as camadas sociais que detêm renda baixa. Outra desvantagem da tecnologia fotovoltaica é a necessidade da luz solar, ou seja, à intermitência solar (dia/noite) e dias nublados, anulam a geração elétrica, havendo a necessidade de sistemas que possibilitem o armazenamento durante esses períodos de ausência da luz solar.

Apesar de aclarados os efeitos negativos da exploração da energia solar fotovoltaica no meio socioambiental, essa tecnologia possui vantagens expressivas quando comparada às demais fontes energéticas. Em face disso, investir na implementação dessa tecnologia é contribuir para redução do grau de dependência dos recursos não-renováveis, é diminuir as chances de se ter um quadro de insustentabilidade da oferta energética promovido pela redução ou esgotamento de fontes finitas.

Corroborando com Giddens (2010), diminuir o grau de dependência desses recursos não-renováveis, ou mesmo, a exemplo do carvão, torná-los mais limpos sob a ótica ambiental do que são hoje, é imperativo para mitigar possíveis problemas com mudanças climáticas.

As políticas públicas de incentivo fiscal são fundamentais para a ampliação e implementação da geração elétrica a partir de fontes renováveis. No Brasil, o Conselho Nacional de Política fazendária – CONFAZ tem autorizado Estados, por meio de convênios, concederem isenções na cobrança do imposto sobre circulação de mercadorias e serviços – ICMS, nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica que atendam o regime de compensação da Resolução Normativa n.º 482/ANEEL; nas saídas internas a partir de equipamentos e componentes para a geração de energia elétrica solar fotovoltaica, dentre outras operações, conforme é identificado nos Convênios ICMS 16 (2015) e 139 (2022).

Outro benefício fiscal existente na legislação brasileira é a isenção do pagamento dos tributos federais PIS/COFINS (Programa de Integração Social e Contribuição para o

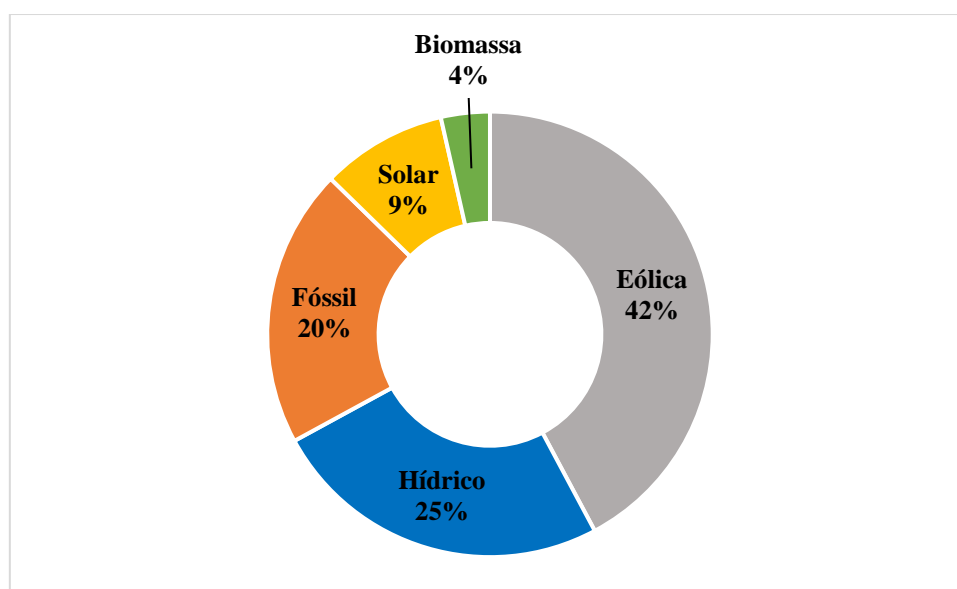
Financiamento da Seguridade Social), concedido de forma parcial, apenas sobre a energia produzida. Dessa forma, o excedente produzido injetado na rede de distribuição, ao voltar como créditos energéticos, estarão isentos de cobrança dos respectivos tributos, estando assim em conformidade com o que diz a Lei n. ° 13.169 de 6 de outubro de 2015.

4.4. Capacidade instaladas em parques fotovoltaicos no Nordeste brasileiro

A matriz energética do Nordeste é constituída por 1.361 empreendimentos gerando 49 GW de potência outorgada, onde, 80% de sua produção é originada de fontes renováveis (Figura 17), com destaque para a fonte eólica que produz, de forma majoritária, cerca 42% do total, seguida da fonte hídrica com aproximadamente 25% da produção.

As fontes de natureza não-renovável ocupam a terceira posição, com 20% da produção, categoria essa que tem o gás natural como o seu principal combustível, participando com 50% dessa geração não-renovável. Logo em seguida, ocupando a respectivamente a quarta e a quinta posição na geração, com 9% e 4% do total, aparecem a fonte solar e a biomassa.

Figura 17 - Frequência relativa (%) de fontes energéticas no Nordeste brasileiro

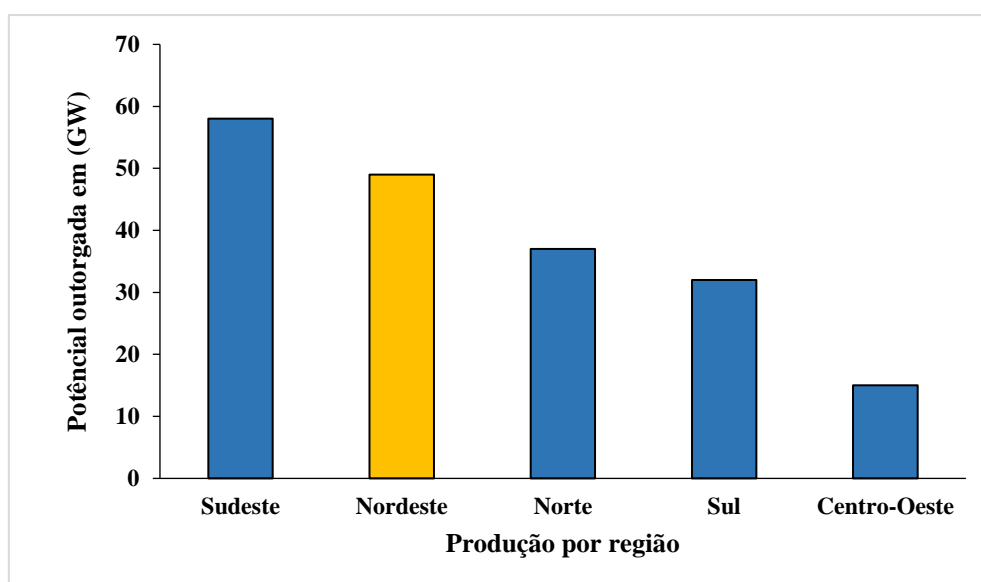


Fonte: Dados da ANEEL, 2022. Elaborado pelo autor.

Esses dados demonstram que matriz energética do Nordeste possui o mesmo perfil característico do quadro energético nacional por possuir uma predominância de fontes energéticas de natureza renovável na oferta de energia.

Conforme dados da ANEEL (2022), a região Nordeste se configura como a segunda região que mais produz energia elétrica no sistema nacional brasileiro (Figura 18), com cerca de 26% de participação na matriz nacional, ficando atrás apenas da região Sudeste que possui 58 GW de potência outorgada, equivalente a 30% da geração total do país.

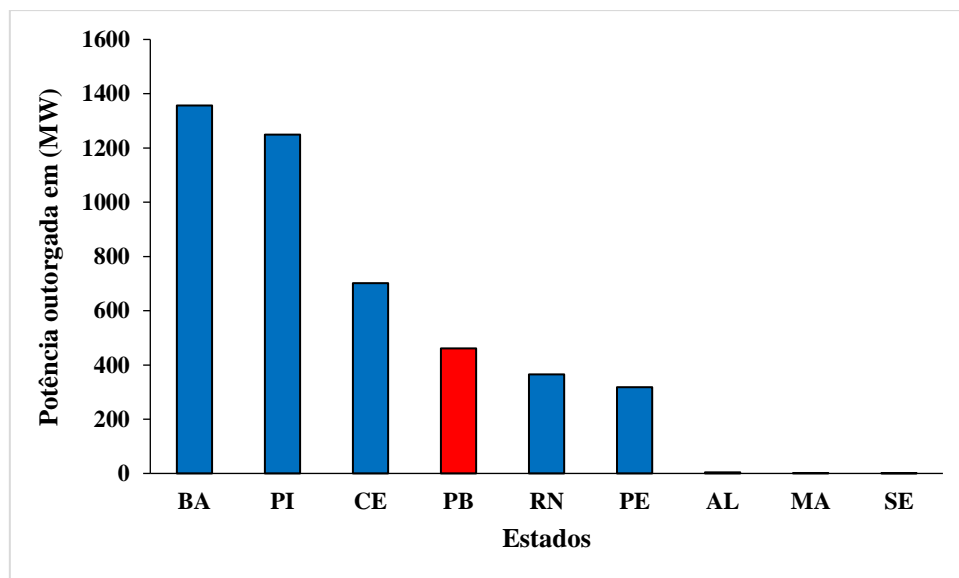
Figura 18 - Comparativo do potencial outorgado em (GW) da geração centralizada de energia fotovoltaica por região do Brasil em setembro de 2022



Fonte: Dados da ANEEL, 2022. Elaborado pelo autor.

A produção centralizada de energia elétrica no Nordeste, a partir da fonte solar fotovoltaica gerada em fazendas solares, conta com um potencial outorgado de 4,5 GW de potência outorgada, correspondendo a 9% da geração na matriz regional, apresenta um quadro bastante desigual da participação de cada estado na respectiva produção, cuja disparidade estadual é demonstrada na Figura (19).

Figura 19 - Capacidade do potencial outorgado em (MW) da geração centralizada de energia fotovoltaica por estado da região Nordeste do Brasil em setembro de 2022



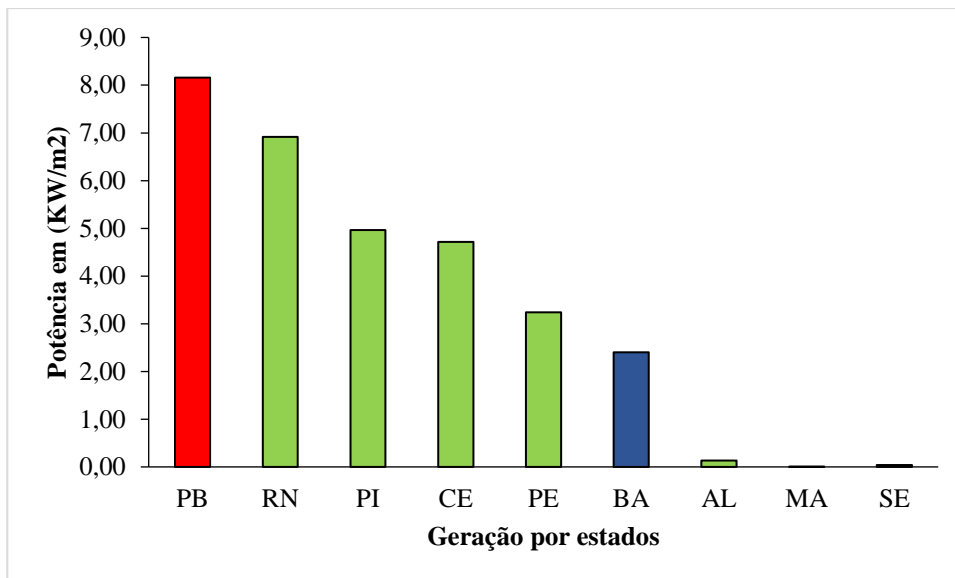
Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa disparidade é evidenciada pela Figura 19, quando mostra o Estado da Bahia com uma produção de 1.356 MW de potência outorgada, configurando-se como o maior produtor da região, seguido do estado do Piauí com cerca de 1.249 MWp e do Ceará com cerca de 702 MWp, respectivamente.

Na sequência, observa-se que o Estado da Paraíba configura como o quarto maior produtor do Nordeste, com 461 MWp, seguido pelo Rio Grande do Norte, com 365 MWp, e Pernambuco, com cerca de 320 MWp. Os demais Estados (Alagoas, Maranhão e Sergipe) apresentam somados uma geração outorgada de 7 MWp, situando-se num patamar bastante inferior em relação aos demais estados.

Levando em consideração a proporção do potencial de KW instalado por metro quadrado de área de cada estado, verifica-se que a Paraíba, em termos proporcionais, é o estado que apresenta o maior potencial de KWp instalada por metro quadrado no Nordeste, com aproximadamente 8,16 KWp instalada por metro quadrado, conforme apresentado na Figura 20.

Figura 20 -Capacidade do potencial instalado em (KW) por metro quadrado de área em geração centralizada de energia fotovoltaica por estado da região Nordeste do Brasil em setembro de 2022

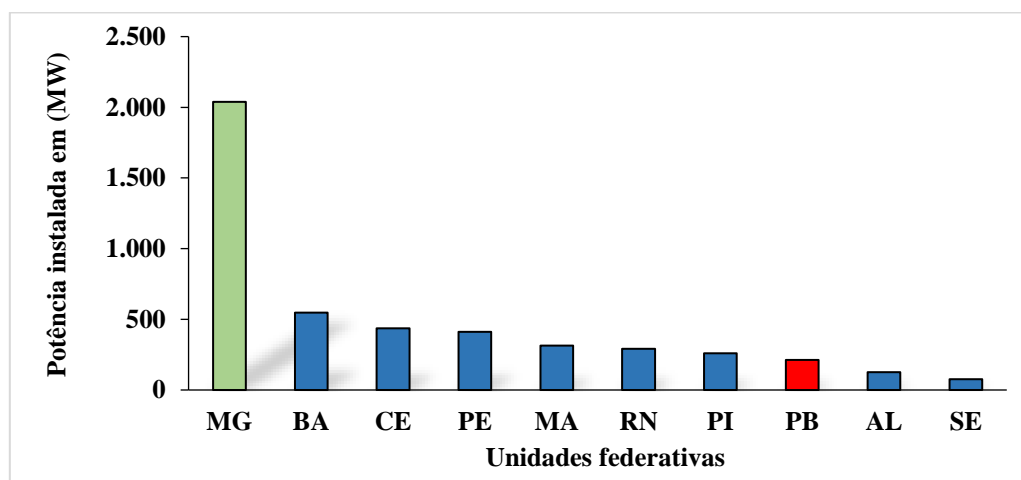


Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à modalidade de geração distribuída solar fotovoltaica compreendida por sistemas de microgeração (até 75 KW) e minigeração (acima de 75KW até 5MW) instaladas em pontos comerciais, residências, indústrias, propriedades rurais e prédios públicos, os estados nordestinos apresentam-se em condições inferiores quando comparados a estados do centro-sul do país, a exemplo de Minas Gerais no Sudeste.

Essa condição é refletida pelo ranking estadual da potência instalada em geração distribuída, como mostra a Figura 21.

Figura 21 - Comparativo da capacidade do potencial em (MW) da geração distribuída de energia fotovoltaica dos estados do Nordeste com Minas Gerais



Fonte: Dados da ABSOLAR, 2022. Elaborado pelo autor. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

Observa-se (Figura 21), que o estado da Bahia com cerca de 546 MW de potência instalada, configurando-se como o estado nordestino melhor posicionado quando comparado com o maior produtor nacional, o estado de Minas Gerais, que detém uma geração superior a 2.038 MW de potência instalada. Logo, observa-se uma larga diferença na produção de ambos os estados, com a produção do estado Mineiro superando em quase quatro vezes a produção do estado da Bahia.

Os quantitativos do Nordeste refletem os escassos incentivos governamentais, estreito amparo legal, uma baixa difusão da viabilidade da tecnologia fotovoltaica aliada a um alto custo de aquisição. Tais fatores influenciam e colaboram para a atual condição de incipiência na qual a região, que detém grande potencial de geração, encontra-se.

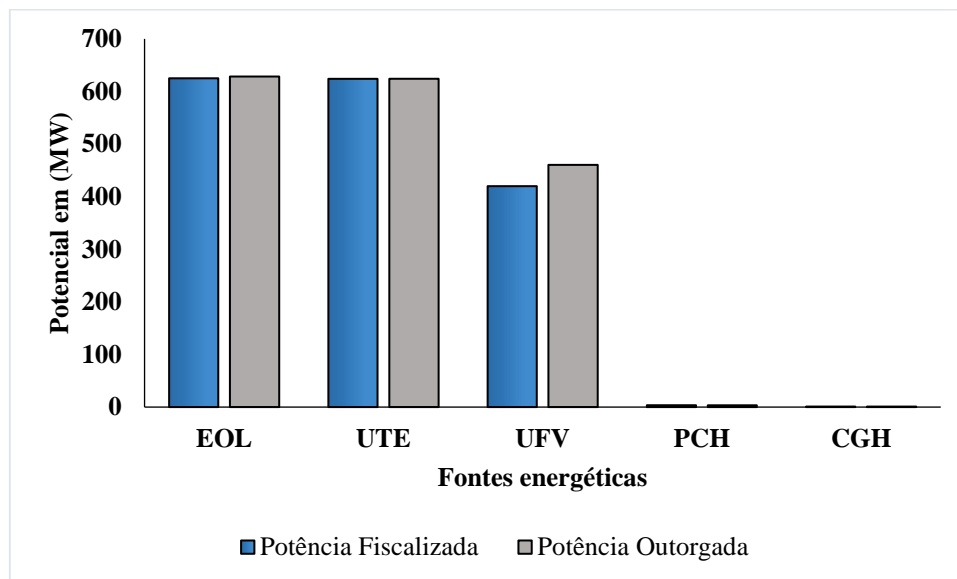
4.5. Participação do Estado da Paraíba na matriz elétrica nacional

Toda geração elétrica produzida no país é interligada por uma rede de transmissão. Assim sendo, toda a geração elétrica produzida nas diversas fontes que compõe a matriz elétrica nacional é injetada nessa infraestrutura de transmissão entre os subsistemas que compõem o sistema elétrico nacional.

As potências concedidas às fontes da matriz elétrica são classificadas como outorgada e fiscalizada. A potência outorgada é a registrada pela ANEEL, ou seja, a autorizada a operar. Já a potência fiscalizada é a da operação da primeira unidade geradora, podendo ser aumentada gradativamente, como descreveu ENERGÊS (2022).

Os comparativos dos potenciais elétricos, outorgados e fiscalizados, das diferentes fontes geradoras de energia elétrica na matriz elétrica do Estado da Paraíba são mostrados na Figura 22.

Figura 21 - Comparativo do potencial elétrico em (MW) outorgado e fiscalizado das fontes eólica (EOL), Centrais geradoras termelétrica (UTE), usinas fotovoltaicas (UFV), pequena central hidrelétrica (PCH) e central geradora hidrelétrica (CGH) na matriz elétrica do Estado da Paraíba

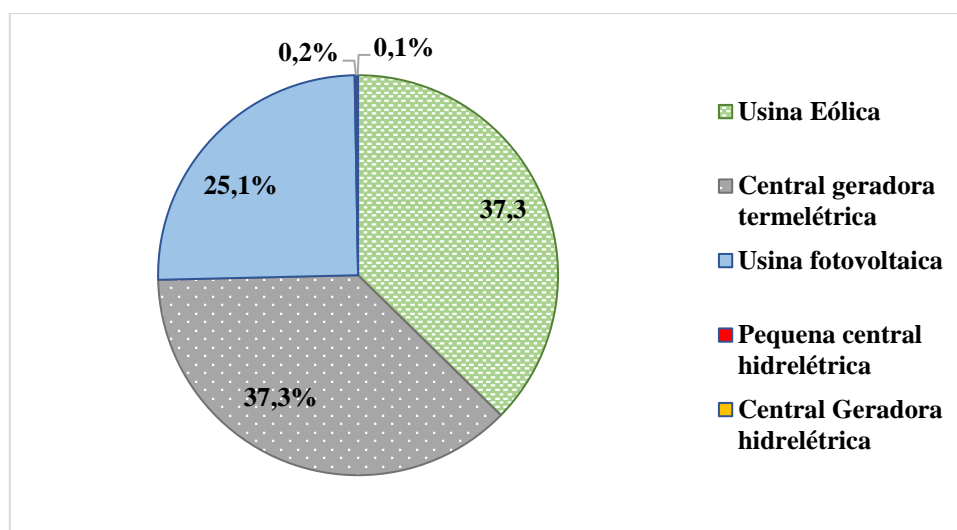


Fonte: Dados da ANEEL, 2022. Elaborado pelo autor.

A matriz elétrica da Paraíba opera com 1.674 MWp fiscalizada, composta por 30 usinas eólicas (EOL) com potência fiscalizada de 625 MWp, de 15 Centrais geradoras termelétricas (UTE) com potência fiscalizada de 624 MWp, 18 usinas fotovoltaicas (UFV) com potência fiscalizada de 420 MWp, (01) uma pequena central hidrelétrica (PCH) e (01) uma central geradora hidrelétrica (CGH), ambas com potências fiscalizadas de 1 MWp, equivalendo ao total de suas potências outorgadas, conforme é apresentado na Figura 22.

Em relação à potência fiscalizada (em operação), observa-se na Figura 23 uma equivalência na geração de energia elétrica entre a fonte eólica e a termelétrica, ambas participam respectivamente com 37,3% da geração na matriz.

Figura 22 - Frequência relativa (%) da participação de fontes energéticas na matriz elétrica estadual



Fonte: Dados da ANEEL, 2022. Elaborado pelo autor.

O percentual agregado da geração dessas duas fontes supera 75% do total produzido de toda a matriz elétrica estadual, ou seja, são as duas fontes predominantes na Paraíba. Em seguida, ocupando o terceiro lugar na geração estadual, participando com 25% da geração, aparecem as usinas fotovoltaicas, que no que lhe concerne não atingiram sua potência outorgada de 461 MWp, em seguida são apresentadas a pequena central hidrelétrica e a central geradora hidrelétrica, que somadas não atingem 1% da geração total, ambas apresentam respectivamente 4 MW e 1 MW de potência outorgada e fiscalizada, ou seja, operam com 100% do estabelecido.

Em se tratando especificamente da geração solar fotovoltaica por meio de usinas de geração centralizada, a Paraíba possui atualmente 419.776,12 KW de potência fiscalizada gerada a partir de 18 empreendimentos instalados em seu território, o equivalente a 6,4% da geração nacional que conta com 6.523.697,97 KW de potência fiscalizada gerada por 14.625 empreendimentos, conforme dados levantados da ANEEL (2022). Em face dos números, observa-se um grau de participação ainda pequeno do estado na geração de energia fotovoltaica do país, para um estado que detém de excelentes condições de geração por receber uma alta incidência de luz solar durante todo o ano.

4.6. Evolução da energia solar fotovoltaica no estado da Paraíba e a caracterização de uso em geração distribuída no espaço amostral

No ano de 2018 foram instaladas as primeiras usinas fotovoltaicas de geração centralizada no estado da Paraíba. Os parques fotovoltaicos Angico I e Malta, que compõem o complexo Angico/Malta (Figura 24) e o empreendimento Coremas II, que compõe o atual complexo solar de Coremas (Figura 25), operavam com 81,4 MW de potência outorgada no período, de acordo com dados da CINEP (2022) (Tabela 01).

Figura 23 - Vista aérea do complexo fotovoltaico de Angico e Malta – PB



Fonte: WEG, 2022.

Figura 24 - Vista aérea do complexo solar de Coremas – PB



Fonte: WEG, 2022.

No ano de 2019 entrou em operação a usina Coremas I, com mais 27.000 KW, e em 2020, operando com 27.000 KW, Coremas III. Juntas, iniciaram o ano de 2021 com um total agregado de 135 MW de potência fiscalizada, correspondendo a 100% de suas potências outorgadas (ANEEL, 2022).

Evidencia-se nesse período inicial de instalação, a injeção de capital privado nas obras de instalação das citadas usinas, na ordem de R\$ 1,1 bilhão de reais, com mais de 1650 (Um mil, seiscentos e cinquenta) postos de trabalho, com investimento de empresas nacionais e do exterior (Tabela 01).

Tabela 1 - Potência de energia instalada, investimento e oferta de emprego no complexo de usinas de Condado, Coremas e Malta, PB

Empreendimentos	Coremas	Malta/Condado
Potência operando	81 MW	54 MW
Investimento em milhões	808	300
Oferta de empregos	1650	-
Investidor	Rio Alto - BRA	Proton Energy - EUA

Fonte: Dados da CINEP, 2022. Elaborado pelo autor.

Segundo dados da ANEEL (2022), no período atual o estado da Paraíba possui 18 usinas solares em operação, operando com capacidade de 460.701,60 KW de potência Outorgada (Tabela 02), dois empreendimentos em fase de construção com potência outorgada de 100.000,00 KW (Tabela 03) e 48 empreendimentos em fase de construção não iniciada com potência outorgada de 2.151.920,00 KWp, que juntos somam uma potência outorgada de cerca de 2,3 GW.

Tabela 2 - Potências outorgadas, em operação, das usinas no Estado da Paraíba

Usina	Cidade/PB	Início	Proprietário	P. Outorgada (KW)
Angico I	Condado	2018	Angico Energias Renováveis S.A.	27.200,00
Coremas I	Coremas	2019	Coremas I Geração de Energia SPE S.A.	27.000,00
Coremas II	Coremas	2018	Coremas II Geração de Energia SPE S.A.	27.000,00
Coremas III	Coremas	2020	Coremas III Geração de Energia SPE S.A.	27.000,00
Coremas IV	Coremas	2022	Coremas IV Geração de Energia SPE LTDA	27.000,00
Coremas V	Coremas	2022	Coremas V Geração de Energia SPE LTDA	27.000,00

Coremas VI	Pombal	2022	Coremas VI Geração de Energia SPE LTDA	27.000,00
Coremas VII	Coremas	2022	Coremas VII Geração de Energia SPE LTDA	27.000,00
Coremas VIII	Coremas	2022	Coremas VIII Geração de Energia SPE LTDA	27.000,00
Ferreira Costa J. P.	João Pessoa	2021	Ferreira Costa & CIA LTDA	2.340,00
Luzia 2	Santa Luzia	2022	Luzia 2 Energia Renov. S.A.	58.932,00
Luzia 3	Santa Luzia	2022	Luzia 3 Energia Renov. S.A.	58.932,00
Malta	Malta	2018	Malta Energias Renov. S.A.	27.200,00
Nordeste PB	João Pessoa	2021	Supermercado Nordestão LTDA	900,00
Polpa Ideal I	João Pessoa	2020	Ind. de Polpa de Frutas Ideal Ltda.	217,20
Polpa Ideal II	João Pessoa	2020	Ind. de Polpa de Frutas Ideal Ltda.	226,40
Rio do Peixe I	S. J. do Rio do Peixe	2022	Energisa Ger. Central Solar Rio do Peixe I S.A.	32.740,00
Rio do Peixe II	S. J. do Rio do Peixe	2022	Energisa Ger. Central Solar Rio do Peixe II S.A.	36.014,00
Total				460.701,60

Fonte: Dados da ANEEL, 2022. Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Potência de energia solar fotovoltaica nas usinas de Santa Luzia, PB

Usina	Cidade/PB	Proprietário	P. Outorgada (KW)
Santa Luzia IX	Sta. Luzia	Rio Alto UFV STL IX SPE Ltda.	50.000,00
Santa Luzia VII	Sta. Luzia	Rio Alto UFV STL IX SPE Ltda.	50.000,00
Total (em KW)			100.000,00

Fonte: Dados da ANEEL, 2022. Elaborado pelo autor.

No tocante ao aproveitamento da tecnologia fotovoltaica em geração distribuída, foi realizada uma pesquisa de campo, entre os meses de abril e junho de 2022, em estabelecimentos empresariais dos três ramos de atividade: comércio, indústria e serviço, na cidade de Campina Grande-PB.

Nesse sentido, buscou-se por meio da aplicação de um questionário, estruturado com perguntas de natureza socioeconômica e da tecnologia fotovoltaica, relacionar as principais características dessa classe de consumo, seu perfil econômico, o potencial e o tipo de geração dos sistemas instalados, o grau de economia, a principal motivação para aquisição da tecnologia, dentre outros quesitos abrangidos pelo questionário.

Concomitantemente ao questionário, foram realizados alguns registros fotográficos dos sistemas instalados nos empreendimentos, conforme vistos nas Figuras 26, 27 e 28.

Figura 25 - Vista aérea de um sistema fotovoltaico instalado sobre a estrutura predial do Centro Universitário – UNIFACISA em Campina Grande-PB



Fonte: Paraíba online, 2020. Disponível em: <https://www.unifacisa.edu.br/noticia/unifacisa-implanta-usina-fotovoltaica-no-campus-do-itarare>

Figura 26 - Estacionamento com cobertura em painéis solares da Unifacisa - Campina Grande-PB



Fonte: Imagens feitas pelo autor

Figura 27 - Estacionamentos com cobertura em painéis solares da Unifacisa - Campina Grande-PB



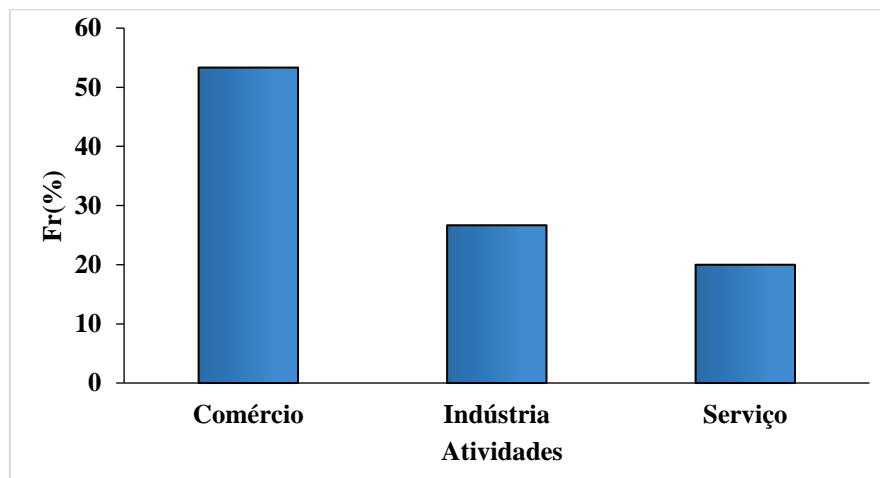
Fonte: Imagens feitas pelo autor.

As Figuras 26, 27 e 28, mostram a usina fotovoltaica do Centro Universitário - Unifacisa, uma instituição de ensino superior situada no bairro do Itararé, na cidade de Campina Grande-PB, que compôs a população da amostra. O respectivo sistema fora instalado sobre a edificação do prédio principal (Fig. 26) e por sobre boa parte de área de estacionamento (Fig. 27 e 28).

De acordo com dados da pesquisa, o empreendimento possui um sistema fotovoltaico do tipo on-grid, interligado à rede de distribuição local, com uma potência instalada por volta de 1.500 KWp, assim atendendo à demanda da instituição em energia elétrica.

Em face dos dados gerais da pesquisa, observou-se uma distribuição dos empreendimentos de acordo com o tipo de atividade de mercado desenvolvida. Logo, depreendeu-se que a amostra se constituiu de 53,3% de empreendimentos comerciais, 26,7% industriais e 20% de serviços, conforme a Figura 29.

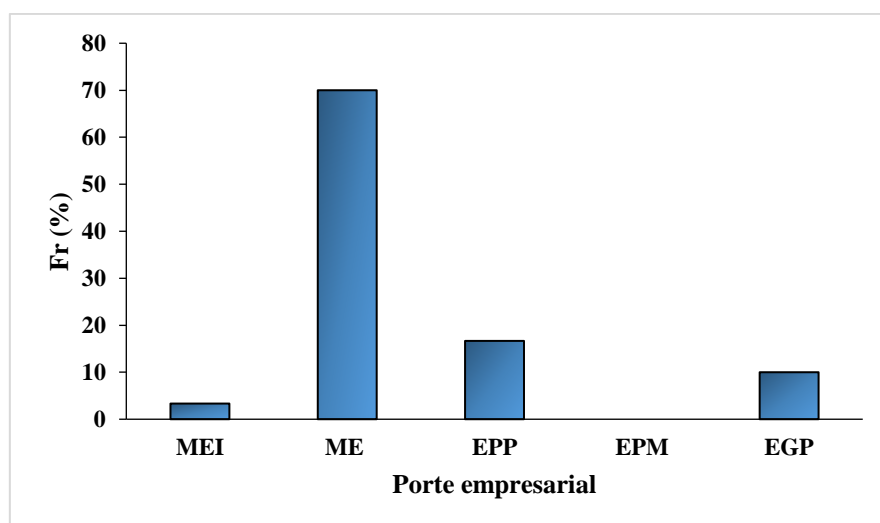
Figura 28 - Frequência relativa (%) do uso da energia fotovoltaica por ramo de atividade



Fonte: Autoria própria, 2022.

Em relação ao porte empresarial (Figura 30), observou-se que 3,3% dos estabelecimentos se enquadram na categoria MEI (microempreendedor individual), caracterizado pelo limite de faturamento anual de até R\$ 81 mil; 70% dos estabelecimentos se enquadram como Microempresas, com limite de faturamento anual de até R\$ 360 mil, 16,7% se apresentaram como EPP (Empresa de pequeno porte) com faturamento anual variando de R\$ 360 mil a R\$ 4,8 milhões e, 10% dos estabelecimentos se enquadram como Grande Empresa possuindo um faturamento maior que 300 milhões anual.

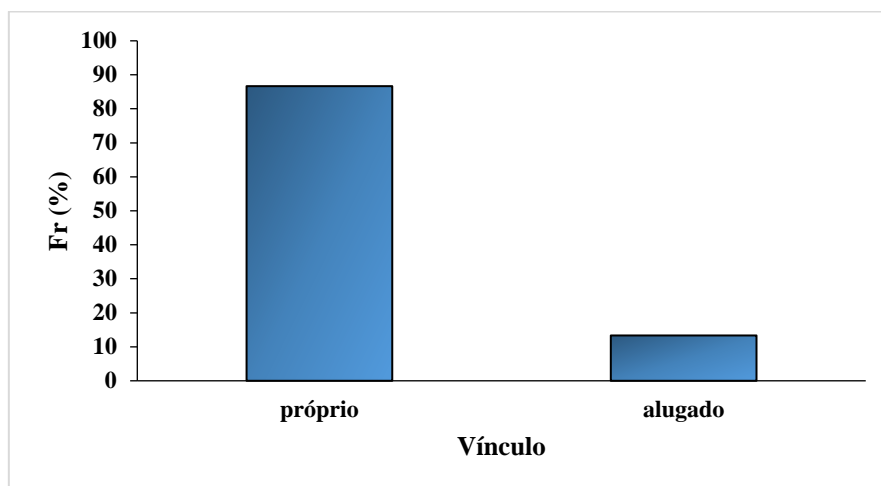
Figura 29 - Frequência relativa (%) do uso do sistema fotovoltaico de acordo com o porte empresarial



Fonte: Autoria própria, 2022.

As frequências relativas (%) sobre as decisões pela instalação de sistemas fotovoltaicos conforme o vínculo do estabelecimento (próprio ou alugado) são apresentadas na Figura 31.

Figura 30 - Frequência relativa (%) da decisão pela instalação de sistemas fotovoltaicos de acordo com o vínculo com estabelecimentos

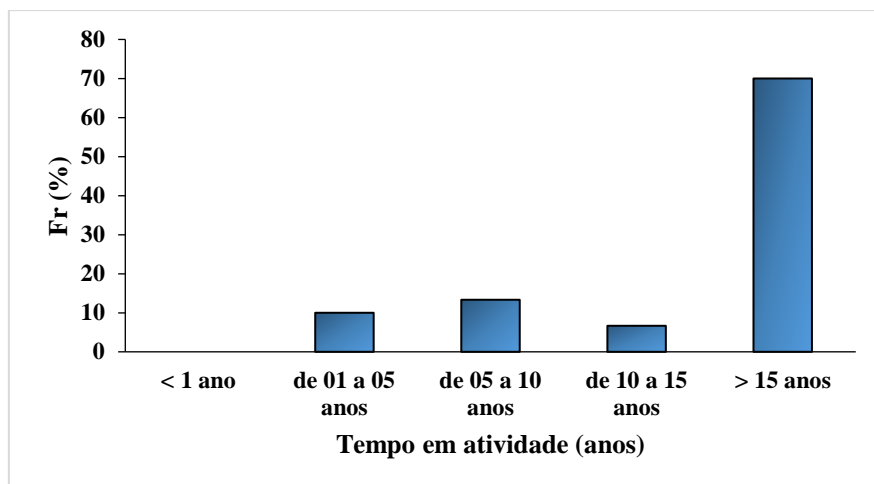


Fonte: Autoria própria, 2022.

Observa-se (Figura 31) que, 86,7% são de estabelecimentos próprios, condição esta que favoreceu, de forma significativa, à decisão pela instalação do equipamento fotovoltaico. Por outro lado, 13,3% são estabelecimentos alugados, condição que dificulta a opção pela instalação do sistema fotovoltaico, mas, que por comum acordo entre o locatário e o locador, visando alguma vantagem econômica para ambas as partes, instalam o equipamento, conforme relatado.

Quanto ao tempo em que os estabelecimentos se encontram em atividade (Figura 32), observa-se que 70% destes estão com mais de 15 anos de atividade, 6,7% têm entre 10 e 15 anos de atividade; 13,3% têm entre 5 a 10 anos de atividade e 10% estão entre 01 a cinco anos de atividade. Logo, depreende-se que quanto maior o tempo de mercado aliado a uma consolidação financeira do estabelecimento, mais viável se torna a aquisição dos sistemas FV.

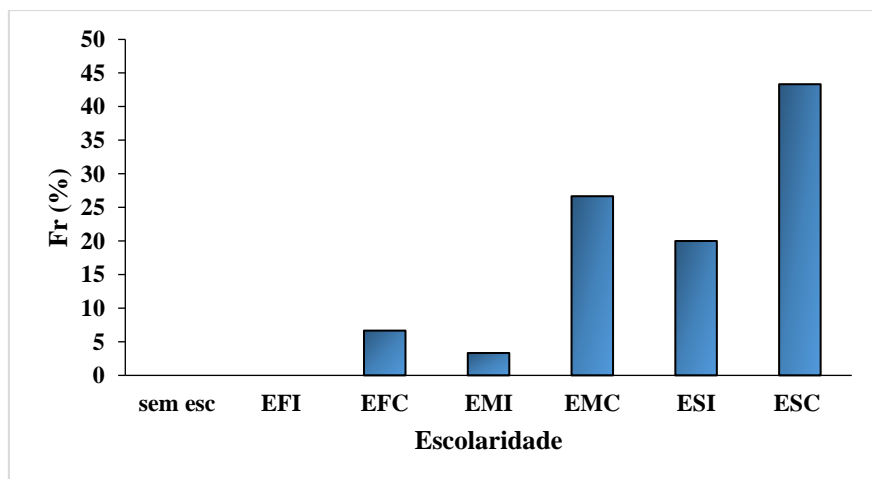
Figura 31 - Frequência relativa (%) dos empreendimentos por tempo de atividade no mercado



Fonte: Autoria própria, 2022.

Com relação ao grau de escolaridade dos proprietários dos estabelecimentos, a Figura 33 apresenta os diferentes percentuais de frequências.

Figura 32 - Frequência relativa (%) do grau de escolaridade dos proprietários dos estabelecimentos como fator condicionante à aquisição de sistemas fotovoltaicos



Fonte: Autoria própria, 2022

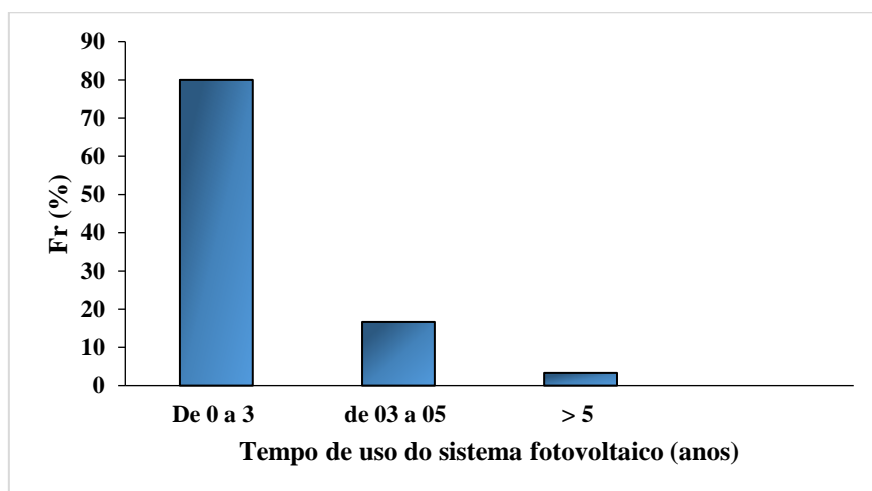
Os entrevistados responderam que, 6,7% afirmaram possuir o ensino fundamental completo; 3,33% possuem o ensino médio incompleto; 26,7% possuem o ensino médio

completo; 20% o ensino superior incompleto e 44,3% responderam possuir ensino superior completo.

Os baixos percentuais dos níveis de escolaridade somados ao financeiro influenciam substancialmente para a instalação dos equipamentos FV.

Quanto ao tempo de instalação e uso do equipamento (Figura 34), verifica-se que há uma maior concentração de estabelecimentos na faixa inicial, ou seja, que instalaram os equipamentos fotovoltaicos a menos de um ano até três anos, correspondendo a 80% do total.

Figura 33 - Frequência relativa (%) do tempo de uso do sistema fotovoltaico por intervalo

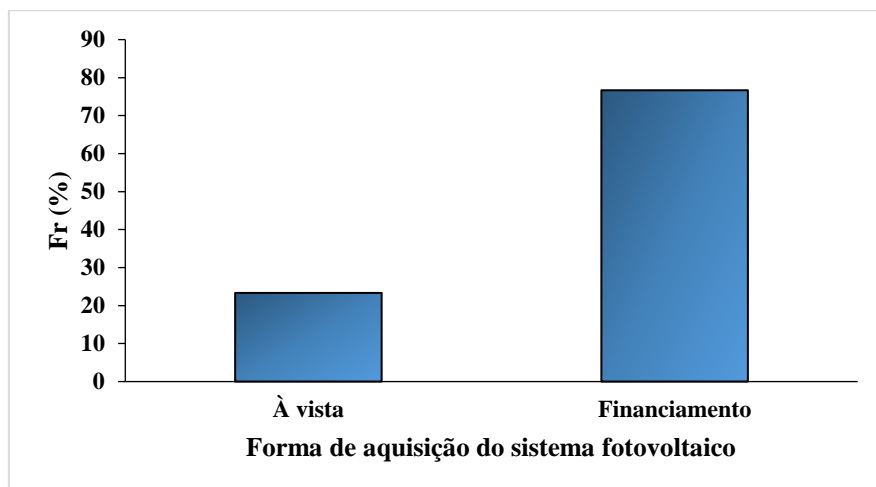


Fonte: Autoria própria, 2022

Constata-se, também, que 16,7% já dispõe do sistema fotovoltaico entre três e cinco anos e 3,33% têm mais de cinco anos. Os percentuais apresentados refletem o recente mercado da energia solar fotovoltaica no país.

Quanto à forma de aquisição (financiado ou à vista), as respectivas frequências de respostas são apresentadas na Figura 35.

Figura 34 - Frequência relativa (%) das respostas relativas à forma de aquisição dos sistemas fotovoltaicos

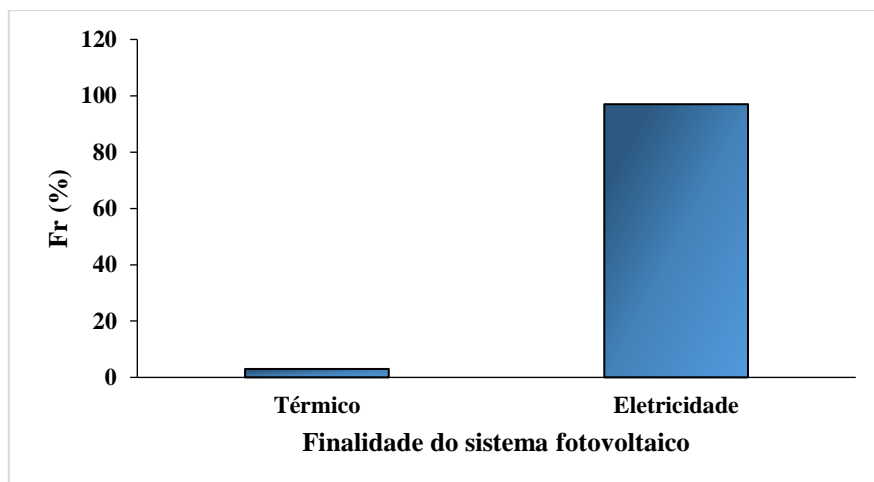


Fonte: Autoria própria, 2022

A aquisição do sistema fotovoltaico financiado foi, majoritariamente, a forma de aquisição mais relatada, com 76,67% das respostas, contra 23,33% das que responderam adquirir o equipamento à vista. Os respectivos percentuais refletem a impossibilidade de vários empreendimentos adquirirem os equipamentos de forma à vista, justamente por ainda ser uma tecnologia considerada cara, que requer um planejamento orçamentário por parte dos estabelecimentos.

Ao serem perguntados sobre a finalidade do uso do equipamento (Figura 36), 96,7% dos estabelecimentos responderam que utilizam exclusivamente para geração de energia elétrica, intencionando o suprimento da demanda dos equipamentos elétricos dispostos em suas instalações.

Figura 35 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos que responderam quanto à finalidade do uso do sistema fotovoltaico

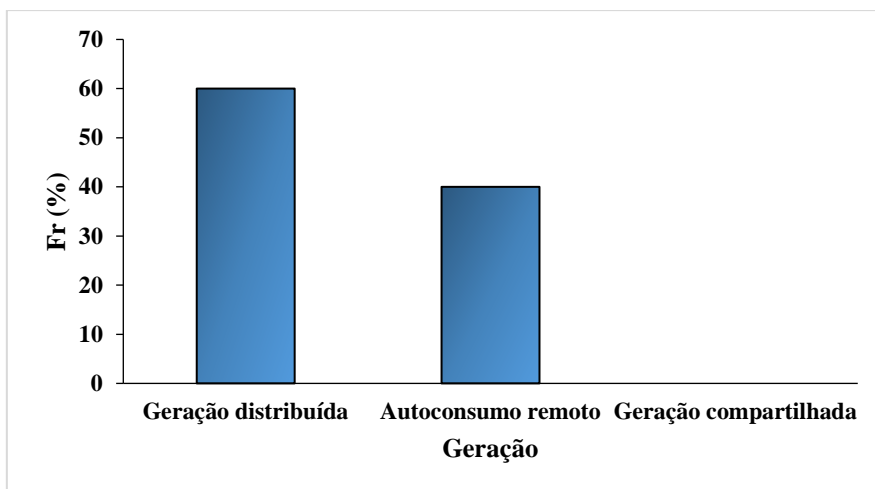


Fonte: Autoria própria, 2022.

Apenas o proprietário de um empreendimento, equivalente a 3,3% do total, respondeu que a finalidade do equipamento era para uso térmico, para aquecimento de água. Logo, há uma predominância da utilização da tecnologia para geração de energia elétrica.

Levando em consideração as modalidades de geração (Figura 37), 60% dos estabelecimentos têm sua geração elétrica a partir da modalidade distribuída individual, junto à carga. A modalidade de geração autoconsumo remoto abarcou 40% dos empreendimentos. A modalidade geração centralizada, onde há a reunião de CPFs ou CNPJs através de consórcio ou cooperativa, apresentou-se com percentual zerado. Números estes que definem a preferência dos estabelecimentos pelas modalidades individuais.

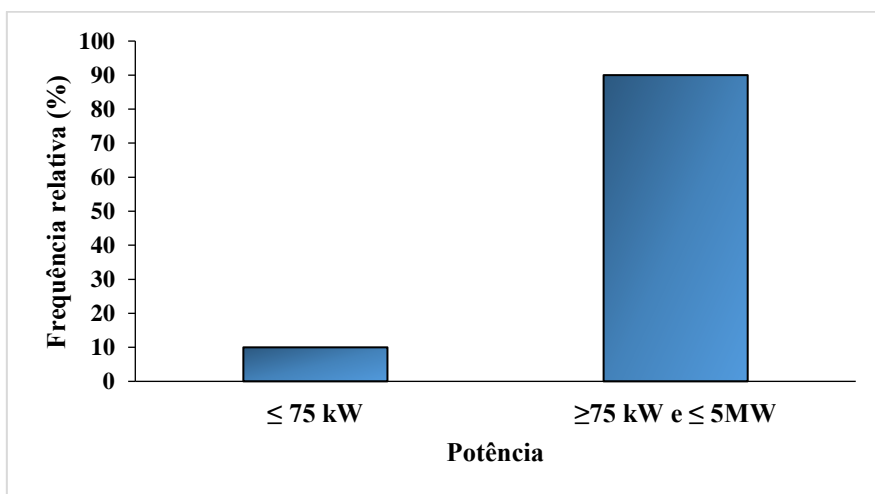
Figura 36 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos de acordo com a modalidade de geração fotovoltaica



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em seguida, foi questionado sobre a potência instalada (Figura 38), 90% dos estabelecimentos afirmaram possuir potência instalada acima de 75KW, o que caracteriza uma predominância da minigeração de acordo com RN 687/2015 da ANEEL. Apenas 10% dos estabelecimentos responderam suprir suas demandas com potência instalada abaixo de 75 KW, classificada como microgeração (RN 687/2015 - ANEEL).

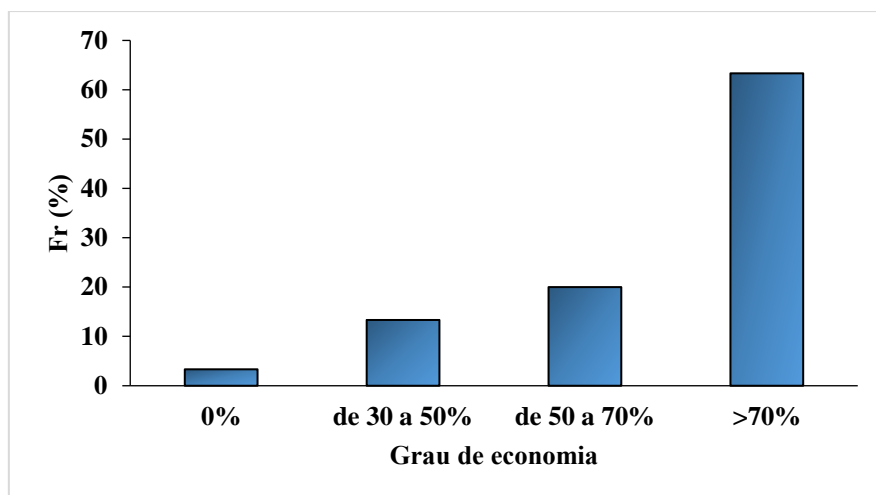
Figura 37 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos de acordo com a potência instalada dos equipamentos fotovoltaicos



Fonte: Autoria própria, 2022.

Visando aferir, o percentual médio de economia, na conta de luz pelo respectivo empreendimento, após a instalação do equipamento fotovoltaico, as frequências relativas são mostradas na Figura 39.

Figura 38 - Frequência relativa (%) de estabelecimentos de acordo com faixa de grau de economia

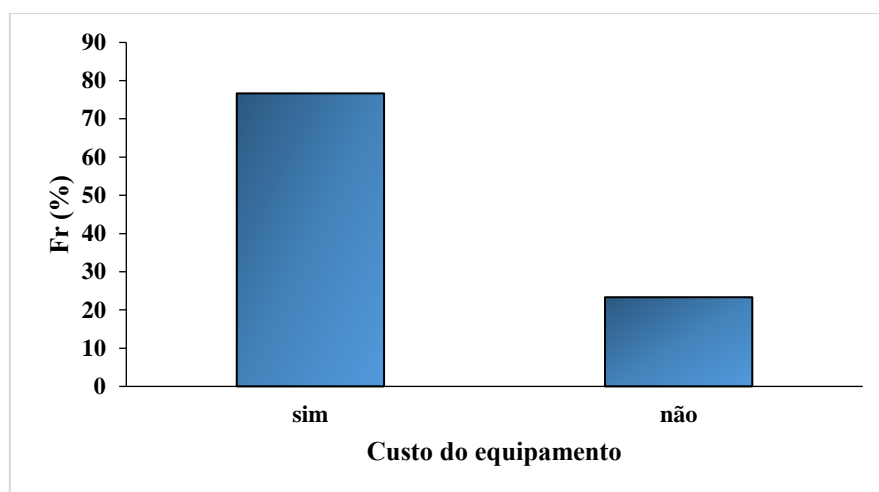


Fonte: Autoria própria, 2022.

Observa-se (Figura 39) que, 63,3% dos estabelecimentos tiveram uma economia acima de 70%, quando comparado ao sistema convencional da Energisa. A faixa de 50% a 70% de grau de economicidade, somou 20% do total de empreendimentos; A faixa que apresentou economia de 30% a 50%, envolveu 13% dos estabelecimentos. Um percentual pequeno (3,3%) respondeu não haver redução alguma.

Com relação ao custo de implantação da tecnologia fotovoltaica, a Figura 40 sumariza as respectivas respostas.

Figura 39 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos que responderam achar os custos da tecnologia fotovoltaica altos

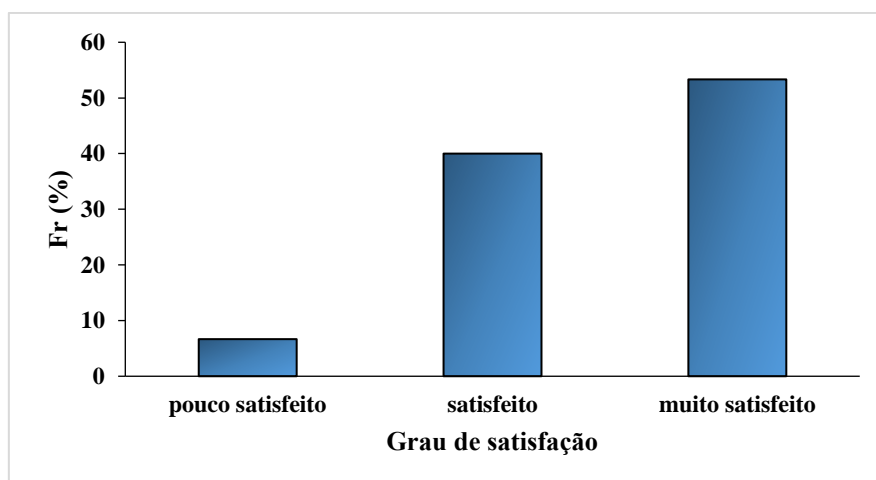


Fonte: Autoria própria, 2022.

A maioria dos responsáveis pelos estabelecimentos (76,7%) considerou que os custos da tecnologia fotovoltaica ainda se encontram em patamares elevados, constituindo-se uma tecnologia cara. O restante (23,33%) responderam não achar essa tecnologia cara, pois compensavam o investimento pelo retorno da aplicação.

Com relação ao grau de satisfação, quanto à tecnologia adquirida (Figura 41), 93,3% dos proprietários dos estabelecimentos mostraram satisfeitos ou muito satisfeitos.

Figura 40 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos quanto ao grau de satisfação com os sistemas fotovoltaicos instalados

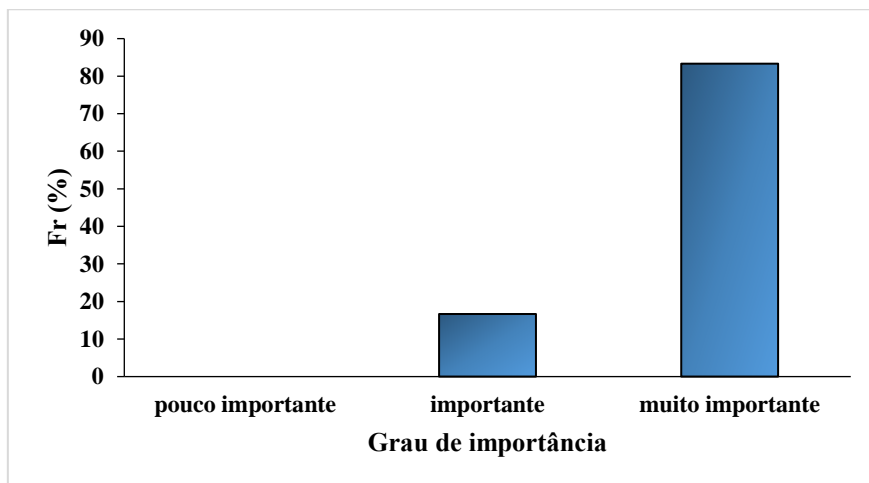


Fonte: Autoria própria, 2022

Apenas 6,7% se mostraram insatisfeitos, uma vez que a potência adquirida não supria a demanda exigida, tornando-se a referida aquisição dispendiosa. Logo, verifica-se um erro do planejamento estratégico (geração x demanda), e não propriamente ineficiência tecnológica.

Em seguida, ao serem questionados quanto o grau da importância da energia fonte solar (Figura 42), 83,3% dos estabelecimentos avaliaram como uma fonte muito importante, e 16,7% classificando-a como importante. Tais avaliações demonstram uma visão positiva acerca da tecnologia em relação ao meio ambiente e as questões que envolvem economicidade.

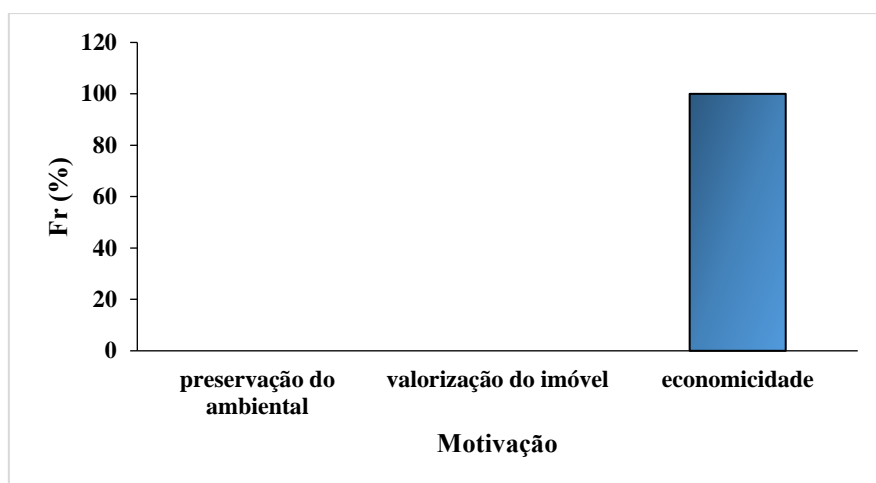
Figura 41 - Frequência relativa (%) dos empreendimentos quanto à percepção do grau de importância da energia solar fotovoltaica



Fonte: Autoria própria, 2022.

Procurando avaliar a principal motivação para adquirir o sistema fotovoltaico, a Figura 43 apresenta os percentuais de motivação.

Figura 42 - Frequência relativa (%) dos estabelecimentos quanto à motivação principal para aquisição do sistema fotovoltaico



Fonte: Aatoria própria, 2022.

Algumas vantagens citadas e elencadas com as principais foram a preservação do meio ambiente, valorização do imóvel e economia/redução de custo, de forma unânime, os estabelecimentos responderam ter como principal motivação para adquirirem o sistema FV, a variante economia e redução de custos.

Diante disto, constata-se que por ser estabelecimento, para fins comerciais, e, portanto, busca, principalmente, o lucro, a tecnologia fotovoltaica se destaca como alternativa para reduzir os custos operacionais e, conseqüentemente, aumento de lucros e de outros benefícios.

5. CONCLUSÕES

Conforme o resultado encontrado conclui-se que:

As fontes fósseis e não renováveis, em especial, as oriundas do petróleo e do carvão mineral, ainda são as mais utilizadas na geração da energia elétrica, embora elas sejam altamente poluentes e prejudiciais ao meio ambiente.

O Brasil possui uma matriz energética predominante de fontes renováveis, equivalente a mais de 80%, contra cerca 30% do restante do mundo.

O Nordeste brasileiro é a segunda região com maior produção de energia solar fotovoltaica e o Estado da Paraíba ocupando a quarta posição regional.

O maior percentual de energia elétrica no Brasil provém da hidroeletricidade. Apesar de ser uma fonte limpa e renovável, é uma fonte que depende da ocorrência de chuva e do regime de fluxo dos rios.

A construção da barragem (barramento de água) gera degradação ambiental e conflitos nas terras agricultáveis, ocasionados pelo alagamento e perdas de terras agricultáveis.

O elevado potencial de irradiação solar no Estado da Paraíba o credencia como um recorte geográfico prioritário para investimento na conversão da energia solar em fotovoltaica, na absorção de mão de obra especializada e na geração de empregos.

A opção da tecnologia fotovoltaica é uma alternativa promissora, especialmente, para zona rural, onde não existe rede de energia elétrica convencional, para fins residenciais e de atividades agropecuárias do pequeno produtor familiar.

O uso da energia fotovoltaica é mais utilizado nos empreendimentos comerciais, seguidos pelos da indústria e serviço, com predominância para as microempresas, com geração distribuída, com mais de 15 anos de atividades e aquisição mediante financiamento.

O incentivo governamental para o uso da fonte fotovoltaica, dá-se através de isenções fiscais, a exemplo da suspensão da cobrança de ICMS (tributo estadual) e da COFINS (tributo federal), como forma de estimular o uso dessa fonte energética sustentável, subsidiando a instalação e criando opções de uso.

Os sistemas fotovoltaicos no Estado Paraíba têm potencialidade de expansão e contribuição para o desenvolvimento sustentável, por contribuírem na geração de emprego e renda, a partir da geração centralizada e da geração descentralizada que não depende, diretamente, da energia elétrica fornecida pelas concessionárias.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 10.004**: Resíduos Sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRAPCH. Associação Brasileira de PCHs e CGHs. O setor elétrico é sustentável?. 2022. Disponível em: <https://abrapch.org.br/2017/05/o-setor-eletrico-e-sustentavelij/>. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

AB'SÁBER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. Dossiê Nordeste Seco. **Estudos avançados**, v.13, n. 36, p. 5-59, 1999.

ABSOLAR. Panorama solar fotovoltaica no Brasil e no mundo. Infográfico. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em 04 outubro de 2022.

ABSOLAR. Notícia. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-deve-trazer-mais-de-r-508-bilhoes-de-investimentos-no-pais-este-ano-projeta-absolar/>. Acesso em: 25 de setembro de 2022.

ALBINO, Luciano. Contornos de uma história periférica : digressão sobre cultura e política no Nordeste do Brasil. **Revista Política e Planejamento Regional**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 249–264, 2015.

ALMEIDA, E. C. V. **Potencialidade da energia solar fotovoltaica no semiárido nordestino e sua relação com o desenvolvimento sustentável**. Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR) da Universidade estadual da Paraíba (UEPB). Campina Grande. 1-82 p. 2021.

ALMEIDA, H. A. de; ALMEIDA, E. C. V. Potencial da energia solar fotovoltaica no Semiárido nordestino. *Revista Concilium*, vol. 22, nº 2, p 1-10, 2022.

ALMEIDA, H. A. de. **Climatologia Aplicada à Geografia**. Campina Grande: EDUEPB, 2016, 317 p.

ALVIM, C. F. Apostila educativa Energia nuclear. **Estudos Avançados**, *Rio de Janeiro*, v. 21, p. 197–220, 2007.

ANDRADE, E. **Geração hidrelétrica no Nordeste: Risco empresarial e ambiental para o setor elétrico brasileiro**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Planejamento Energético. Rio de Janeiro, 2012.

ANDRADE, M. M.P.; LEMOS, A. M. R. O Direito Social Fundamental de Acesso à Energia e sua relação com o desenvolvimento. In: XVII Congresso Nacional do CONPEDI. **ANAIS do XVII Congresso Nacional do CONPEDI**, Brasília, 20-22 nov. 2008, p. 944-956.

ANEEL. 2012. **Resolução Normativa** nº 482, de 17 de abril de 2012. Agência Nacional de Energia Elétrica, Rio de Janeiro.

ANEEL. **Resolução Normativa** nº 687, de 24 de novembro de 2015. Agência Nacional de Energia Elétrica, Rio de Janeiro. 2015.

ANEEL. Lista Geral de Usinas. 2022. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiR9>

ANEEL. **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**. 2ª ed. Brasília: ANEEL, 243 p. 2005.

ARAÚJO, T. B.; DUARTE, R.; GUIMARÃES NETO, L.; GOMES, E. **O GTDN: da proposta à realidade - ensaios sobre a questão regional**. Recife: ed. Universitária da UFPE, 1994.

ARAUJO, Tania Bacelar de. Comunicação de Tania Bacelar: encerramento. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 7. 2010, p. 245-249.

ARBEX, M. A.; CANÇADO, J. E. D.; PEREIRA, L. A. A.; BRAGA, A. L. F.; SALDIVA, P. H. N. Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, n. 2, p. 158–175, 2004.

AUSFERTIGUNGSDATUM, E.; NR, E. U.; NR, E. U.; NR, E. U.; VERPFLICHTUNGEN, Die; NR, E. G.; NR, E. G.; BUNDESTAG, Der. Gesetz über das Inverkehrbringen , die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG). **BGBl**, [S. l.], p. 1–18, 2015.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844p. 2011.

BANDEIRA, F. P. M. **Aproveitamento da energia solar no Brasil: Aproveitamento e perspectivas**. Disponível em: http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9008/aproveitamento_energia_bandeira.pdf?s%20equence.

BARBOSA, R. R.; PINHEIRO, R.; DELGADO, D. B. M.; CARVALHO, M. 2017. **Energia Solar Fotovoltaica no Semiárido: Potencial, Cenário Atual e Perspectivas**, II CONIDIS – II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, Campina Grande.

BERMANN, C. **Crise ambiental e as energias renováveis**. Cienc. Cult., v. 60, n.3, p. 20-29, 2008.

BERMANN, C. **Impasses e controvérsias da hidreletricidade**. Estudos Avançados, v. 21, n. 59, p. 139-153, 2007.

BIANCHINI, V. K.; RAZZINO, C. A.; BIANCHINI, G. F.; PELEGRINO, E. C. F.; SMITH, M. S. J.; ANDRADE, N. R. A. F.; GUILHERME PESSONI DE FREITAS, G. P. CAPÍTULO 5 – Indústria, comércio e serviços: Objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODSs) abordados. In: GUERRA, J. A. P.; SARAIVA, J. S.; CIUFFI, K. J.; GASPARD, M. (Org). **Franca sustentável: a agenda 2030 no âmbito municipal**. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2020.

BIZERRA, A. M. C.; QUEIROZ, J. L. A. DE; COUTINHO, D. A. M. O impacto ambiental dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis: as concepções de estudantes do ensino médio sobre o tema. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 13, n. 3, p. 299–315, 2018.

BLUSOL. Resolução 482 da ANEEL: 3 Principais Pontos Comentados. Disponível em: < <https://blog.bluesol.com.br/resolucao-482-da-aneel-guia-completo/>>. Acesso em: 10 de julho de 2022.

BNB – Banco do Nordeste do Brasil. Informe Técnico Etene MPE. **Publicações**. p. 1-22. Fortaleza, 2015.

BNB - Banco do Nordeste. Cartilha Financiamento à Micro e à Minigeração Distribuída de Energia Elétrica. **Cartilha**. p. 14, 2022.

BNEF - BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE. Solar – 10 Previsões para 2022. Nova York, 2022. Disponível em: <https://about.bnef.com/blog/solar-10-predictions-for-2022/>.

BOWMAN, D. M. J. S.; BALCH, J. K.; ARTAXO, P.; BOND, W. J.; CARLSON, J. M.; COCHRANE, M. A.; D'ANTONIO, C. M.; DEFRIES, R. S.; DOYLE, J. C.; HARRISON, S. P.; JOHNSTON, F. H.; KEELEY, J. E.; KRAWCHUK, M. A.; KULL, C. A.; MARSTON, J. BRAD.; MORITZ, M. A.; PRENTICE, I. C.; ROOS, C. I.; SCOTT, A. C.; SWETNAM, T. W.; VAN DER WERF, G. R.; PYNE, S. J. Fire in the Earth System. **Science**, EUA, v. 324, n. 5926, p. 481–484, 2009.

BRAGA, L.; LEAL, B.; CARLOS, J.; ALVA, R. Políticas públicas de acesso à energia elétrica, como ferramenta na efetividade dos direitos fundamentais. **Anais - 21º SEMOC**, Salvador, 2018.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Brasília, DF, Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. Cooperação Alemã. **Quem é Quem da Eficiência Energética no Brasil**. p. 86, 2019.

BRASIL. Lei Nº 13.169, de 6 de Outubro de 2015. Brasília, DF, Presidência da República, 2015.

BUCUSSI, A. A. Introdução ao conceito de energia. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2007. 32p.

CARVALHO, J. F. DE. **Combustíveis fósseis e insustentabilidade**. Estudos Avançados. v. 28 (82), 2014.

CARVALHO, J. F. DE. **Energia e sociedade**. Revista Estudos Avançados, v. 28, n. 82, p.25-40, 2014.

CARVALHO, J.F. **Combustíveis fósseis e insustentabilidade**. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 60, n. 3, p. 30-33, set. 2008.

CARVALHO, D. P.; PINTO, F. R. Energia Eólica. **Compêndio Amazônico: Noções sobre Meio Ambiente**, p. 72–76, 2021.

CAVALCANTE, H. P. M. O acesso à energia elétrica no Brasil sob a ótica do

desenvolvimento como liberdade. **Revista Direito Econômico Socioambiental**, Curitiba, v. 4, p. 58–86, 2013.

CBHSF. **Plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco: diagnóstico da dimensão técnica e institucional: Caracterização da bacia hidrográfica - parte I**. Salvador: Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, 2015.

CHEN, C. J. **Physics of Solar Energy**. 1º ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 352 p.

CIGOGNINI, T. A.; GUIALIS, L.; MALLMANN, A. V. F.; SANTOS, L. G. F.; GONZATTI, S. E. M. **Caminho da energia**. Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 8, n. 4, p. 253-266, 2016.

CINEP – Companhia de desenvolvimento da Paraíba. Energias Renováveis. **Revista Paraíba Business**. 2022.

CONFAZ. **Convênio ICMS 16, de 2015**. Autoriza a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o Sistema de Compensação de Energia Elétrica de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. 2015. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2015/CV016_15

CONFAZ. **Convênio ICMS 139, de 2022**. Dispõe sobre a adesão dos Estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Paraíba e Rondônia e altera o Convênio ICMS nº 114/17, que autoriza os Estados que menciona a conceder isenção do ICMS nas saídas internas com equipamentos e componentes para geração de energia elétrica solar fotovoltaica destinada ao atendimento do consumo de prédios próprios públicos estaduais que especifica. Disponível em: https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2022/CV139_22

COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M.; NOVAKOSKI, F. P.; RICINI, B. M. Carvão mineral. **Revista Agronomia Brasileira**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1–10, 2020.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf

COSTA, V. H. G.; BRAGA JUNIOR, S. A. M. Sustentabilidade energética: as potencialidades do nordeste brasileiro para o desenvolvimento. Direitos Sociais e Políticas Públicas II: **XXIII Congresso Nacional do CONPEDI**. 1ed. Florianópolis: CONPEDI, 2014, v. p. 469-498.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Brito. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, CRESESB, 2014.

D'AGUIAR, R. F. (org). **Essencial Celso Furtado**. São Paulo: Penguin Companhia das Letras, 1ª ed., 2013.

DALY, H. E. Economics in a full world. *Scientific American*, v. 293, n. 3, p. 100-107, 2005.

DERNBACH, J. C. Creating the Law of Environmentally Sustainable Economic Development. **Widener Law**, v. 28, n. 3, 2011.

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DIDONET, M; BARBOSA, W.; LUSTOSA, V. **Natureza da Paisagem: Energia: Recurso da Vida**. Rio de Janeiro: CIMA, 2014.

DIEESE. **Nota Técnica nº 263/2021**: Crise de energia e transição justa Apoio Crise de energia e Transição Justa. *São Paulo*, 2021.

DUTRA, E. Impactos Socioeconômicos da Energia Solar Fotovoltaica no Estado da Paraíba. **VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar - CBENS 2020**, *Fortaleza*, p. 8, 2020.

EL MGHOUCHI, Y.; EL BOUARDI, A.; CHOULI, Z.; AJZOUL, T. **Models for obtaining the daily direct, diffuse and global solar radiations. Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Elsevier v. 56, p. 87–99, 2016.

ENERGÊS. O que é geração distribuída. 2022. Disponível em: <<https://energes.com.br/o-que-e-geracao-distribuida/>>. Acesso em: 23 de junho de 2022.

ENERGÊS. O que é potência outorgada, fiscalizada e instalada. 2022. Disponível em: <<https://energes.com.br/o-que-e-potencia-outorgada-fiscalizada-e-instalada/>>. Acesso em: 05 de agosto de 2022.

EPE. **Análise socioambiental das fontes energéticas do PDE 2026**. p. 66, 2017.

EPE. **Atlas da Eficiência Energética Brasil 2021**. p. 83, 2021.

EPE. **Fontes de Energia**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>>. Acesso em: 16 de junho de 2022.

EPE. **Matriz Energética e Elétrica**. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 07 de agosto de 2022.

FERNANDEZ, B. O.; GONÇALVES, B. F.; PEREIRA, A. C. C.; HANSTED, A. L. S.; PÁDUA, F. A.; DA RÓZ, A. L.; YAMAJI, F. M. Características Mecânicas e Energéticas de Briquetes Produzidos a partir de Diferentes Tipos de Biomassa. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 1, p. 29–38, 2017.

FILHO, J. M. M. F. Arquitetura espacial da plantation açucareira no Nordeste do Brasil (Pernambuco, século XX). **Tese de doutorado**, [S. l.], p. 369, 2016.

FILHO, W. P. B.; FERREIRA, W. R.; AZEVEDO, A. C. S. De; COSTA, A. L.; PINHEIRO, R. B. Expansão Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil: Impactos Ambientais E Políticas Públicas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, n. December, p. 628, 2015.

FRANCO, F. C. de O. Energia, desenvolvimento e recursos naturais: considerações sobre a (in) sustentabilidade do modelo hidrelétrico no Brasil. In: Cunha, B. P. da; Augustin, S. **Sustentabilidade ambiental [recurso eletrônico]: estudos jurídicos e sociais**. Caxias do Sul, RS: Educs, 2014.

FREITAS, E. B.; MACIEL, J. S. C. M.; PENZ, C. M. Utilização Do Gás Natural No Transporte Coletivo De Manaus: Uma Análise Econômica E Socioambiental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. **Anais do VII SINGEP**. São Paulo - SP, 2018. p. 1-11.

FREITAS, G. C.; DATHEIN, R. **As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental**. Revista Nexos Econômicos, v. 7, n. 1, p. 71-94, 2013.

FREITAS, G. S.; DATHEIN, R.. AS ENERGIAS RENOVÁVEIS NO BRASIL: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. [S. l.], p. 71-94, 2000.

GESP - Parceria Global de Estatísticas de Lixo Eletrônico. **O que é lixo eletrônico?**. 2022. Disponível em: <https://globalewaste.org/>

GIDDENS, A. **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energias renováveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, São Paulo, n.72, p. 6-15, 2007.

GUIMARÃES, E. C.; LEMES, T. D. V. S.; COSTA, W. H. A.; REIS, A. K. C. Energia solar paradigmas e geração de resíduos/ Solar energy paradigms and waste generation. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 59923-59940, 2021.

GUIMARÃES, P. B. V.; SIQUEIRA, M.; XAVIER, Y. M. A. O acesso universal à energia elétrica e a sua sustentabilidade: o papel das energias renováveis. In: XAVIER, Y. M. de A. (Org.). **O direito das energias renováveis**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2009.

HACHEM, D. W. Direito fundamental ao serviço público adequado e capacidade econômica do cidadão – Repensando a universalidade do acesso à luz da igualdade material. **A&C – R. de Dir. Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, ano 14, n. 55, p. 123- 158, 2014.

HÉMERY, D.; DEBEIR, J. C.; DÉLEAGE, J. P. Uma história da energia. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1991. Disponível em: <https://www.skoob.com.br/livro/pdf/uma-historia-da-energia/392022/edicao:443700>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb.html>>. Acesso em: 11 de junho de 2022.

IEA – International Energy Agency. Snapshot of global photovoltaic markets. Mary Brunisholz, IEA PVPS, 2016.

INEEP – Instituto de Estudos Estratégicos de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. O esforço histórico da ONU não será suficiente para promover a transição energética. 2022. Disponível em: < <https://ineep.org.br/o-esforco-historico-da-onu-nao-sera-suficiente-para-promover-a-transicao-energetica/>>. Acesso em: 11 de junho de 2022.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas espaciais. Atlas brasileiro de energia solar. 2ª ed. São José dos Campos, 2017.

IPCC, 2014: Index. In: Climate Change 2014: **Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2014.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Oportunidades e desafios da geração solar fotovoltaica no semiárido do Brasil. Ipea, [S. l.], p. 60, 2020.

IRENA – International Renewable Energy Agency. Renewable Employment by Technology in 2020. 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Renewable-Energy-Employment-by-Country>

IRENA. End-Of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels. International Renewable Energy Agency and the International Energy Agency Photovoltaic Power Systems. [s.l.: s.n.]. v. 47, 2016.

IRENA – International Renewable Energy Agency. Global Renewable Energy Employment by Technology 2012-2021. 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Benefits/Employment-Time-Series>

JCQUES, V. **A energia no ensino fundamental: o livro didático e as concepções alternativas**. 2008. Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina em cumprimento parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91750/260267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 de novembro de 2021.

JUNK, W. J.; MELLO, J. A. S. N. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 4, n. 8, p. 126–143, 1987.

KEMERICH, P. D. C.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; SILVEIRA, R. B.; FRANÇA, J. R.; LEVANDOSKI, N. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo.

Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 20, n. 1, p. 241, 2016.

KONZEN, B. A. D. V.; PEREIRA, A. F. Gestão De Resíduo Fotovoltaico: Revisão Bibliográfica Sobre O Cenário De Fim De Vida Do Sistema. **VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar**, [S. l.], 2019.

LAMBERTS, R; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa eficiente: consumo e geração de energia**. Vol. 2. 76 p. Florianópolis: UFSC, LabEEE. Florianópolis, 2010.

LIRA, W. S. **Sustentabilidade: um enfoque sistêmico**. Universidade Estadual da Paraíba. UEPB, 2007.

LUIZA, M.; GRANZIERA, M.; REI, F. **Contribuições para o necessário diálogo**. Santos, SP: Editora Universitária Leopoldianum, 2015. Disponível em: <https://www.unisantos.br/wp-content/uploads/2016/09/ENERGIA-E-MEIO-AMBIENTE.pdf>

MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. , ABREU, S. L. Satellite-derived solar resource maps for Brazil under SWERA project. *Solar Energy*, v.81 p. 517–528, 2007.

MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 1998. Dicionários Michaelis, 2259 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico – dezembro de 2016. Brasília: MME, 2017, 41 p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Boletim Mensal de Energia** – outubro 2021. Brasília: MME, 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Plano Nacional de Energia 2030: Geração termelétrica - Biomassa. **Plano Nacional de Energia 2030**, p. 250, 2007.

MIRANDA, R. T.; LEANDRO, F. D. S.; SILVA, T. C. Gestão Do Fim De Vida De Módulos Fotovoltaicos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n. 1, 2019.

MONTEZANO, B. E. M. Estratégias para identificação de sítios eólicos promissores usando sistema de informação geográfica e algoritmos evolutivos. **Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2012.

MOREIRA JÚNIOR, O.; SOUZA, C. C. **Aproveitamento fotovoltaico, análise comparativa entre Brasil e Alemanha**. *INTERAÇÕES*, v. 21, n. 2, p. 379-387, 202.

MUARIGUE, A. R.; FORTES, A. G. GERAÇÃO DE ENERGIA HIDRELÉTRICA ATRAVÉS DE UMA TURBINA FRANCIS PARA O USO RESIDENCIAL. *Conexões ciência e tecnologia*. Fortaleza - CE, v.16, p. 01-12, e022007, 2022.

NASCIMENTO, R. L. **Energia Solar no Brasil: Situação e perspectivas**. Estudo técnico. Câmara dos Deputados. Brasília, 2017.

ONUBR. Objetivos de desenvolvimento sustentável 1, 2, 3, 5, 9 e 14. **Documentos temáticos**, 2017.

ONUBR. Objetivos do desenvolvimento sustentável: **Objetivo 7**. Brasília: NUBR, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>. Acesso em: 17 de agosto de 2022.

ONU – Organização das Nações Unidas. Plano de Ação Climática da Secretariado da ONU: transformação e transição energética até 2030. 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/09/1687872>>. Acesso em: 11 de junho de 2022.

ONUBR – Nações Unidas Brasil. Energia limpa é chave para combater pobreza energética e mudanças climáticas, destaca ONU. Notícias. Brasília, 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/145932-energia-limpa-e-chave-para-combater-pobreza-energetica-e-mudancas-climaticas-destaca-onu>. Acesso em: 01 de dezembro de 2022.

PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. DIRETIVA 2012/19 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO: relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (reformulação). 4 jul. 2012. **Jornal Oficial da União Europeia**. p. 38-71.

PEREIRA, N. X. **Desafios e perspectivas da energia solar fotovoltaica no brasil: geração distribuída vs geração centralizada**. Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” na Área de Concentração Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental. Sorocaba, 2019.

PEREIRA, A. C. A.; PEREIRA, A. J. E. O direito à energia no contexto dos humanos. **Revista Sequência**, v. 53, p. 29–42, 2006.

PESSOA, V. S.; PINHEIRO, J. Q. “Do que Você Lembra quando Pensa em Energia do Vento?” Um Estudo sobre o Conhecimento da Energia Eólica. **Interamerican Journal of Psychology**, v. 44, n. 2, p. 361–367, 2010.

PORTAL SOLAR. Tipos de Sistemas fotovoltaicos. 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-sistemas-fotovoltaicos>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

PORTAL SOLAR. ANEEL/Energia Solar. 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/aneel-energia-solar>. Acesso em: 23 de junho de 2022.

RAHMAN, M.; ALAM, C. S.; AHSAN, A. A Life Cycle Assessment Model for Quantification of Environmental Footprints of a 3.6kWp Photovoltaic System in Bangladesh. **International Journal of Renewable Energy Development**, v. 8, n. 2, p. 113-118, 2019.

RODRIGUES, M. L.; MALHEIROS, T.F.; FERNANDES, V.; DARÓS, T.D. **A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais**. Saúde e Sociedade, v. 21, n. SUPPL.3, p. 96–110, 2012.

POTENZA, R. F.; QUINTANA, G. O.; CARDOSO, A. M.; TSAI, D. S.; CREMER, M. S.; SILVA, F. B.; CARVALHO, K.; COLUNA, I.; SHIMBO, J.; SILVA, C.; SOUZA, E.; ZIMBRES, B.; ALENCAR, A.; ANGELO, C.; AZEVEDO, T. Análise das emissões brasileiras de e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970 – 2020 gases de efeito estufa. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, [S. l.], v. 14, n. 5, p. 630–645, 2021. Disponível em: https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos/Analiticos/SEEG_9/OC_03_relatorio_2021_FINAL.pdf.

PROTECTION, Environmental. The Waste Electrical and Electronic Equipment Regulations 2013 [online]. **Statutory Instrument of the United Kingdom Government**, [S. l.], n. 3113, p. 1–88, 2013.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: ed. Garamond, 96 p. 2002.

SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 21–38, 2007.

SANTOS, E. M.; FAGÁ, M. T. W.; BARUFI, C. B.; POULALLION, P. L. Gás Natural: A construção de uma nova civilização. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, p. 67–90, 2007.

SANTOS, I. **Descomissionamento de uma usina de produção de hexafluoreto de urânio**. 2008. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais. São Paulo, 2008.

SCHERER, L. A.; SESSEGOLO, MARIA E. D.; BARCAROLO, T. B.; EDLER, M. A. R. Fonte Alternativa De Energia: Energia Solar. **XX Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, [S. l.], p. 12, 2015.

SEM - Departamento de Engenharia Mecânica. **Térmica e fluidos**. EESC-USP 2021. Disponível em: [http://www.sem.eesc.usp.br/index.php/pt/termica-fluidos#:~:text=%C3%89%20bem%20difundido%20%2D%20n%C3%A3o%20s%C3%B3,ergos\)%20significa%20%22trabalho%22](http://www.sem.eesc.usp.br/index.php/pt/termica-fluidos#:~:text=%C3%89%20bem%20difundido%20%2D%20n%C3%A3o%20s%C3%B3,ergos)%20significa%20%22trabalho%22).

SEVALHO, M. C. V. **O Plano de emergência da central nuclear de Angra dos Reis-RJ: avaliação sobre os riscos para o turismo no distrito de Mambucaba**. 2018. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Turismo da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre.

SILVA, C. G. DA; MELO, L. C. P. DE. **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira**. Brasília, 2001.

SILVA, S. S. F. da; ALVES, A. C.; RAMALHO, Â. M. C. Energia Eólica E Complementaridade Energética: Estratégia E Desafio Para O Desenvolvimento Sustentável Na Região Nordeste Do Brasil. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 19, n. 3, p. 53, 2020.

SILVA, S. S. F.; CÂNDIDO, G. A. Matriz energética limpa e renovável: um desafio para o Planejamento Energético Nacional e uma oportunidade para a Região Nordeste do Brasil. *Espacios*, v. 36, nº 15. 2015. p. 13. Disponível em:

<http://www.revistaespacios.com/a15v36n15/15361514.html>. Acesso em: 12 de julho de 2022.

SILVA, D. A.; NELSON, A. V. M.; SILVA, M. A. R. Do Desenvolvimento como Crescimento Econômico ao Desenvolvimento como Liberdade: A Evolução de um Conceito. **Desenvolvimento em Questão**, v. 16, n. 42, p. 42, 2017.

SIMIONI, T. O Impacto Da Temperatura Para O Aproveitamento Do Potencial Solar Fotovoltaico Do Brasil. Dissertação (Mestrado Planejamento Energético), Rio de Janeiro. p. 160-167, 2017.

SOUZA, A. C. DE. **Sistemas fotovoltaicos trifásicos com compensação de reativo, armazenamento interno de energia e inércia virtual**. Tese apresentada por Arthur Costa de Souza à Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Uberlândia, 2020.

STEFANELLO, C.; MARANGONI, F.; ZEFERINO, C. L. **A Importância Das Políticas Públicas Para O Fomento Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil**. VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, v. 2005, 2018. Disponível em:

<https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/487/487>

SUSTERAS, G. ODS 7 – Energia limpa e acessível. Leituras dos ODS para um Brasil Sustentável, p. 97-110, 2021.

SUDENE. **I Plano Diretor de Desenvolvimento Econômico e Social do Nordeste**. Recife, 1966.

VASCONCELOS, M. A.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de economia**. São Paulo: Saraiva, 1998.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento Sustentável: O Desafio do Século XXI**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Garamond, 220 p., 2008.

VILLALVA, M. G., Gazoli, J. R. **Energia Solar Fotovoltaica - Conceitos e Aplicações – Sistemas Isolados e Conectados à Rede**. São Paulo, 2013.

WWF – World Wildlife Fund. Da teoria à prática, 2022. Disponível em:

https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/#:~:text=%C3%89%20o%20desenvolvimento%20que%20n%C3%A3o,econ%C3%B4mico%20e%20a%20conserva%C3%A7%C3%A3o%20ambiental. Acesso em: 05 de setembro 2022.

WECKERND, S.; WADE, A.; HEATH, G. A. **End of life Management: Solar Photovoltaic Panels**. United States: n. p., 2016

ZHU, W.; ZHANG, L.; YANG, M.; WANG, B. Solar power ramp event forewarning with limited historical observations. 2019 IEEE/IAS 55th Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS), p. 1-8, 2019.

Anexo 1 – Questionário socioeconômico relacionado ao uso da energia solar fotovoltaica nos estabelecimentos de Campina Grande, PB.

DADOS DO EMPREENDIMENTO

Nome do empreendimento:

Sede: _____

- 1) Qual é o ramo de atividade do empreendimento?
 1. comércio
 2. serviço
 3. indústria

- 2) Em relação ao porte do estabelecimento, este se enquadra como:
 1. Microempreendedor individual (MEI)
 2. Microempresa (ME)
 3. Empresa de Pequeno Porte (EPP)
 4. Empresa de Médio Porte
 5. Grande Empresa

- 3) Em relação ao empreendimento:
 1. próprio
 2. alugado
 3. cedido

- 4) Há quanto o estabelecimento está em atividade?
 1. menos de 01 ano
 2. de 01 a 05 anos
 3. de 05 a 10 anos
 4. de 10 a 15 anos
 5. acima de 15 anos

- 5) Quantos funcionários compõe o quadro da empresa?
 1. 01 (um)
 2. de 01 a 05 funcionários
 3. de 05 a 10 funcionários
 4. de 10 a 15 funcionários
 5. acima de 15 funcionários

- 6) Grau de escolaridade do proprietário/gestor ou representante do empreendimento:
 1. sem escolaridade
 2. ensino fundamental (1º grau) incompleto
 3. ensino fundamental (1º grau) completo
 4. ensino médio (2º grau) incompleto
 5. ensino médio (2º grau) completo
 6. superior incompleto
 7. superior completo

SOBRE A ENERGIA SOLAR

- 7) Há quanto tempo utiliza o sistema fotovoltaico?
1. de 0 a 3 anos
 2. de 3 a 5 anos
 3. acima de 5 anos
- 8) O meio de aquisição do equipamento foi:
1. à vista
 2. financiamento
 3. outros _____
- 9) Qual a finalidade do uso do sistema fotovoltaico?
1. Aquecimento de água (uso térmico)
 2. Gerar eletricidade
- 10) Qual é tipo de geração adquirida?
1. Geração distribuída - GD (individual)
 2. Autoconsumo remoto (titular com mais de um empreendimento)
 3. Geração compartilhada;
- 11) Qual a potência instalada do gerador de energia elétrica?
1. Inferior ou igual a 75 KW – Microgeração
 2. Superior a 75 KW e menor ou igual a 1 MW para fontes renováveis - Minigeração
- 12) Qual o percentual médio observado de economia após a instalação do equipamento fotovoltaico?
1. Não houve redução de custo
 2. menos de 10%
 3. de 10 a 20 %
 4. de 20 a 30 %
 5. de 30 a 40 %
 6. de 40 a 50 %
 7. de 50 a 60 %
 8. de 60 a 70 %
 9. acima de 70%
- 13) Você considera que o custo de aquisição do equipamento é alto?
1. sim
 2. não
- 14) Qual o grau de satisfação com seu sistema fotovoltaico em relação a geração de energia e economia?
1. Pouco satisfeito;
 2. Satisfeito;
 3. Muito satisfeito;
- 15) Como você avalia a importância do uso de energia solar?
1. Pouco importante

2. Importante
3. Muito importante

16) Qual é a principal motivação para adquirir um sistema fotovoltaico?

1. preservação do meio ambiente
2. valorização do imóvel
3. economia/redução de custo