

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS ECONÔMICAS

VITÓRIA VIEIRA DOS SANTOS

O CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PELA
PERSPECTIVA DA GERAÇÃO DE EMPREGOS (2017-2022)

UBERLÂNDIA – MG

2023

VITÓRIA VIEIRA DOS SANTOS

**O CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PELA
PERSPECTIVA DA GERAÇÃO DE EMPREGOS (2017-2022)**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia como pré-requisito a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador(a): Prof. Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho

UBERLÂNDIA - MG

2023

VITÓRIA VIEIRA DOS SANTOS

**O CRESCIMENTO DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PELA
PERSPECTIVA DA GERAÇÃO DE EMPREGOS (2017-2022)**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia como pré-requisito a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador(a): Prof. Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho

BANCA EXAMINADORA

Uberlândia, 03 de janeiro de 2023.

Prof. Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho (IERI – UFU)

Prof. Dr. Germano Mendes de Paula (IERI – UFU)

Prof. Dr. Daniel Caixeta Andrade (IERI – UFU)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela força e sabedoria para que eu conseguisse chegar até aqui diante de momentos de medo e insegurança.

Agradeço aos meus pais, Júlio e Sirlene, por todo apoio que me deram durante essa jornada e por terem tornado tudo isso possível. Pelos conselhos nos momentos de dificuldade e por sempre apoiarem minhas decisões e confiarem em mim.

Aos meus irmãos, Caroline e Júlio que sempre estiveram comigo comemorando minhas vitórias e me dando força quando precisei. Tenho muito orgulho de agora dividir essa profissão com minha irmã, que sempre foi uma inspiração para mim.

Gostaria de agradecer minhas amigas de curso, Maria Luiza e Letícia, que dividiram comigo os aprendizados e tornaram esses anos mais leves.

Sou muito grata por ter feito parte da Atlética Monetária, que proporcionou grandes aprendizados fora da sala de aula. Fez com que esses anos se tornassem mais divertidos, me apresentando pessoas incríveis e garantindo sempre a possibilidade de estar em contato com algo essencial para mim, o esporte.

Além disso, deixo minha enorme gratidão ao PET Economia. Ali vivi experiências importantes para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, além de ter feito muitas amizades.

Por fim, deixo meu agradecimento a Professora Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho, orientadora deste trabalho, por acreditar na proposta apresentada, pela paciência, por estar sempre disposta a ajudar e pelos conhecimentos proporcionados.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Geração de emprego em energia renovável (mil empregos).....	27
Tabela 2 - Geração de emprego em energia fotovoltaica (mil empregos).....	28
Tabela 3 – Potência Instalada (MW) em Geração Distribuída nos municípios brasileiros 2018-2022	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens da geração de energia fotovoltaica	22
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Matriz elétrica brasileira (MW) 2018-2022	21
Gráfico 2 - Evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil (MW) 2012-2022.....	23
Gráfico 3 - Geração de eletricidade total, renovável e solar fotovoltaica no Brasil 2017-2020	29
Gráfico 4 – Geração distribuída nos estados brasileiros 2018-2022	30
Gráfico 5 – Geração Centralizada nos Estados brasileiros 2019-2022	32
Gráfico 6 – Geração de eletricidade renovável versus Geração de emprego no Brasil 2017-2020	33
Gráfico 7 - Geração de eletricidade solar fotovoltaica versus Geração de emprego no Brasil 2017-2020.....	34

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a geração de empregos a partir da expansão da geração de energia elétrica, com ênfase na tecnologia solar fotovoltaica no período de 2017 a 2022. Primeiramente, destaca-se o conceito deecoinovação considerando a definição de diferentes autores e, a partir disso, apresenta-se a evolução das energias renováveis. Em seguida, discute-se a evolução da matriz elétrica brasileira destacando, principalmente, a trajetória da energia solar fotovoltaica e, posteriormente, centra-se nessa fonte de energia, tratando do seu surgimento, das vantagens e desvantagens frente às fontes alternativas e de seus impactos na geração de empregos. Por fim, são apresentados dados sobre geração de energia renovável e fotovoltaica e sua relação com a geração de empregos, o que possibilitou concluir que as duas frentes estão em crescimento, mas na análise da energia renovável total observa-se que a taxa de crescimento do emprego supera a taxa de crescimento da geração de energia, já na energia fotovoltaica acontece o contrário, ou seja, a taxa de crescimento da geração de energia é maior do que da geração de empregos nesse setor.

PALAVRAS-CHAVE: Ecoinovação, energia renovável, energia fotovoltaica, geração de empregos.

ABSTRACT

This work presents a study on the generation of jobs from the expansion of electricity generation, with emphasis on photovoltaic solar technology in the period from 2017 to 2022. First, the concept of eco-innovation is highlighted considering the definition of different authors and, from there, the evolution of renewable energies is presented. Then, the evolution of the Brazilian electrical matrix is discussed, highlighting, mainly, the trajectory of photovoltaic solar energy and, later, it focuses on this source of energy, dealing with its generation, the advantages and coverage compared to alternative sources and their impacts on job creation. Finally, data on renewable and photovoltaic energy generation and their relationship with job creation are presented, which makes it possible to conclude that both fronts are growing, but in the analysis of total renewable energy it is observed that the growth rate of employment exceeds the growth rate of energy generation, whereas in photovoltaic energy the opposite happens, that is, the growth rate of energy generation is greater than that of job creation in this sector.

KEYWORDS: Eco-innovation, renewable energy, photovoltaic energy, job creation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1. CAPÍTULO 1 – ECOINOVAÇÃO E ENERGIA RENOVÁVEL.....	13
2. CAPÍTULO 2 – EVOLUÇÃO RECENTE DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL	20
2.1 Matriz elétrica brasileira.....	20
2.2 A tecnologia solar fotovoltaica e seus impactos na geração de emprego.....	21
3. CAPÍTULO 3 – EVOLUÇÃO DO EMPREGO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS	25
3.1 Geração de empregos em energia renovável e solar fotovoltaica nos principais países que atuam no setor.....	25
3.2 Geração de energia no Brasil.....	28
3.3 Geração de eletricidade renovável <i>versus</i> Geração de emprego no Brasil	32
3.4 Geração de eletricidade solar fotovoltaica <i>versus</i> Geração de emprego no Brasil	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

INTRODUÇÃO

O setor de energia elétrica tem um papel indispensável no cenário atual, onde o crescimento da demanda pela energia tem sido intenso. Além disso, a preocupação com o meio ambiente tornou-se decisiva para alterar as formas de atuar em diversos setores. Desse modo, surgiu a necessidade de desenvolver e utilizar tecnologias de geração de energia elétrica por fontes renováveis. Com isso, a energia solar fotovoltaica é uma opção bastante atrativa, já que é considerada uma fonte inesgotável e apresenta um baixo potencial poluidor no seu processo de geração (RODRIGUES, 2017). Nesse sentido, o trabalho irá focar nessa fonte de energia para as análises que serão realizadas.

Este trabalho tem como objetivo tratar do seguinte tema: A influência exercida pelo crescimento do mercado de energia solar fotovoltaica na geração de emprego, iniciando as análises no ano de 2017, pois é quando se tem um crescimento expressivo na geração de energia por essa tecnologia e finaliza em 2022, ano em que se tem os últimos dados até o desenvolvimento e finalização deste trabalho. Nesse sentido, o intuito é considerar a expansão ocorrida na geração de energia solar fotovoltaica nos últimos anos e, a partir disso, ser possível afirmar se essa expansão tem sido positiva no que se refere à geração de empregos. Para isso, serão apresentados gráficos com dados a respeito de geração de energia total, energia renovável e fotovoltaica, além de dados sobre a geração de emprego nesses dois últimos casos.

No primeiro capítulo apresenta-se a discussão sobre inovação, que para Schumpeter “a inovação é a essência da mudança econômica” (SCHUMPETER, 1934, 76). A partir disso, buscando aprofundar no assunto, o capítulo abordará a respeito do termoecoinovação, que se trata de iniciativas de inovação considerando as preocupações com o meio ambiente, de modo que a “ecoinovação pode ser definida como toda inovação que se traduza em avanço importante no sentido do desenvolvimento sustentável (ERVILHA; VIEIRIA; FERNANDES; 2019, 2)”. Portanto, as energias renováveis pertencem a esse conceito e, com isso, serão citadas nesse capítulo e melhor trabalhadas na seção seguinte.

Já no segundo capítulo, será apresentada a evolução da matriz elétrica brasileira de 2018 a 2022, com intuito de demonstrar as mudanças que ocorreram e destacar a importância que a energia fotovoltaica tem apresentado, obtendo no último ano analisado a posição de segunda principal fonte de energia brasileira. A partir disso, o capítulo irá discorrer sobre a

energia solar fotovoltaica, tratando do seu surgimento, das vantagens e desvantagens frente a outras fontes de energia e, por último, destacará os impactos já observados dessa tecnologia na geração de empregos.

Finalmente, no terceiro capítulo serão analisados dados a respeito da geração de energia e geração de emprego. Primeiramente, será apresentada a geração de empregos em energia renovável e solar fotovoltaica nos principais países que atuam no setor, baseado em dados retirados da Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA), com intuito de analisar a taxa de crescimento e participação desses países na geração de emprego a partir de fontes renováveis de energia, dando destaque para a solar fotovoltaica.

Em seguida, será analisada a geração de energia no Brasil destacando a relação na geração de energia total, energia renovável e energia fotovoltaica do país. Além disso, apresentará a evolução da participação dos Estados brasileiros nas gerações distribuída e centralizada de energia fotovoltaica e ainda, destacará os dez principais municípios do país com as maiores potências instaladas MW em geração distribuída, dando ênfase para aqueles que ganharam importância ou perderam posição durante o período analisado.

A última seção do capítulo demonstrará a relação da geração de energia e a geração de emprego, dividida entre energia renovável total e energia solar fotovoltaica, com intenção de analisar a intensidade de crescimento dessas duas variáveis e se estão apresentando uma mesma trajetória. Por fim, será desenvolvida uma conclusão baseada nos tópicos analisados, contendo as principais observações e resultados obtidos.

1. CAPÍTULO 1 – ECOINOVAÇÃO E ENERGIA RENOVÁVEL

Este capítulo tem como principal objetivo apresentar o conceito de ecoinovação que está atrelado ao desenvolvimento sustentável das empresas. Além disso, a partir desse conceito, será possível discutir sobre as energias renováveis e mais especificamente sobre a geração de energia solar fotovoltaica, que será tratada no capítulo seguinte.

O conhecimento está relacionado de forma totalmente direta com os processos econômicos e ao considerar uma economia baseada em conhecimento, a inovação desempenha um papel crucial. No sentido macro, a inovação é motivo de extrema importância para o crescimento econômico, já no sentido micro, isto é, dentro das empresas, P&D é o fator determinante que possibilita absorver e utilizar de novos conhecimentos em todos os sentidos, além do conhecimento tecnológico. As empresas inovadoras têm diferentes competências, o que representa um diferencial em relação às outras no que se refere às estratégias competitivas e organizacionais. Dessa forma, as competências estratégicas permitem ter uma melhor visão de longo prazo, antecipando tendências de mercado e permitindo que estejam sempre à frente. Já as competências organizacionais garantem uma capacidade de gerenciar os riscos, cooperação entre os diferentes departamentos e maior investimento em recursos humanos, podendo melhorar a eficiência da empresa (OCDE, 2006).

Para Schumpeter, a inovação é a essência da mudança econômica e possui vários tipos, podendo ser a introdução de um novo produto ou mudança na qualidade daquele que já existe; inovação de processos; abertura de novo mercado; novas fontes de suprimento de matéria-prima e mudanças organizacionais (SCHUMPETER, 1934, 76). Nesse sentido, é importante entender o porquê de as empresas estarem cada vez mais preocupadas com inovar e, para o autor, o intuito é buscar lucros. Assim, a partir da inovação, é possível garantir vantagens de custos e ainda conquistar maior participação de mercado. Além disso, existem duas diferentes abordagens para a inovação, podendo ser reativa, isto é, atua evitando perder participação de mercado para um concorrente e a preventiva que busca uma posição estratégica no mercado, impondo padrões técnicos (OCDE, 2006).

A preocupação com a escassez dos recursos naturais está presente desde o princípio da ciência econômica, com a teoria da renda da terra de David Ricardo, que mostrou como resultado da carência de terras férteis o aumento do preço dos alimentos, e a teoria da população

de Thomas Robert Malthus, que previa a falta de alimentos, já que considerava que a taxa de crescimento da população era mais elevada que a da produção agrícola. Com a intensificação da discussão a respeito do impacto da inovação para o desenvolvimento econômico, os debates voltados para a tecnologia, inovação e meio ambiente evoluíram.

O setor industrial é considerado um dos principais responsáveis pelas emissões de inúmeros poluentes que prejudicam o meio ambiente e inicialmente não levava em conta os custos ambientais que seus processos produtivos poderiam gerar. Isso ocorria pelo fato de considerarem que produzir de forma ecologicamente correta poderia prejudicar os resultados econômicos e financeiros, além de não ser uma questão tão preocupante anos atrás (ERVILHA; VIEIRIA; FERNANDES; 2019), ao contrário do que vemos hoje.

Ademais esse assunto tem ganhado cada vez mais espaço e tornou-se um elemento central no debate sobre desenvolvimento econômico e social, já que os problemas ambientais se apresentam de maneira crescente, resultante principalmente da ação antrópica. Algo que foi importante para essa mudança de pensamento foi a adoção de tecnologias que garantiram uma maior eficiência do uso de recursos naturais e, conseqüentemente, foi possível demonstrar não ser algo prejudicial para os resultados financeiros e tornou-se indispensável na atualidade (ERVILHA; VIEIRIA; FERNANDES; 2019).

Nesse sentido, as empresas passam a buscar por um desenvolvimento sustentável como forma de superar diversos fatores como concorrência, escassez de recursos e externalidades ambientais. Esse termo está atrelado a satisfação das necessidades das gerações atuais de forma a não comprometer a capacidade das gerações futuras também se satisfazerem. O Tripé da Sustentabilidade, termo criado por Elkington (1997), garante uma nova maneira das empresas buscarem o desenvolvimento de seus negócios. Antes disso, fatores econômicos, sociais e ambientais eram vistos como incompatíveis e a partir da ideia desse Tripé eles passaram a ser considerados diretamente interligados, de modo que o desempenho financeiro está totalmente relacionado à sustentabilidade dos negócios. Além disso, é tido como a definição de sustentabilidade mais aceita atualmente, satisfazendo as condições de rentabilidade econômica, respeito ao meio ambiente e responsabilidade social. Na formulação desse tripé, foi considerado que ao ser desenvolvida a modalidade deecoinovação é necessário levar em conta aspectos econômicos, ecológicos e sociais decorrentes das inovações. (ALOISE; NODARI; DORION, 2016).

No campo da ciência econômica o desenvolvimento sustentável é considerado algo dinâmico, de modo que não tenha fim. Ou seja, desde que se deu início a uma intensa busca por sustentabilidade, ao longo do tempo ela vai passar por aprimoramento, de modo a tornar-se cada vez mais eficiente, mas nunca chegará a um estado ideal (HOFF; AVELLAR; ANDRADE, 2016). Sendo assim, espera-se, portanto, novas maneiras de organização de processos produtivos com pautas direcionadas para o desenvolvimento sustentável, levando à criação de novas tecnologias.

Dessa forma, para isso ser possível a inovação passa a ser considerado algo essencial para gerar aumento de produtividade, competitividade e, claro, lucratividade. No momento em que essas duas coisas, sustentabilidade e inovação, passam a ter uma relação direta, são apresentados novos conceitos como inovação ambiental, inovação verde e inovação sustentável, que podem ser resumidos ao termo ecoinovação. Sendo assim, ecoinovação é toda inovação que garanta um avanço significativo no sentido de desenvolvimento sustentável (ERVILHA; VIEIRA; FERNANDES; 2019). Assim, apresentará redução do impacto dos processos produtivos no ambiente, de modo a utilizar os recursos naturais de uma maneira cada vez mais eficiente e responsável.

Além disso, a ecoinovação está atrelada à tentativa das firmas de se inserirem em processos com objetivo final de obter desenvolvimento sustentável e isso pode ocorrer por corresponder aos valores da empresa ou apenas como forma de atender a obrigatoriedade exigida. Essa busca por atividades econômicas mais sustentáveis tem o intuito de reduzir o máximo possível da intensidade material e energética do sistema econômico, que tem total relação com os avanços tecnológicos e institucionais dos países. Assim, a ecoinovação consiste desde técnicas e processos até produtos novos ou modificados para atender a redução do dano ambiental. Assim, alguns objetivos são: “a mitigação da mudança climática através de suprimento de energia limpa, uso de produtos com menor emissão de carbono e armazenamento de carbono” (HOFF; AVELLAR; ANDRADE, 2016, 77).

Em complemento, é possível tratar da ecoinovação por diferentes categoriais:

- 1) Ecoinovações aditivas: são aquelas em que seus bens e serviços melhoram o desempenho ambiental do consumidor dando sempre foco ao processo. De modo que o produto em si não precisa ser ambientalmente amigável, mas sim o seu processo,

lidando com soluções ambientais nas saídas do processo (reciclagem, por exemplo) e do lado da entrada de recursos (extração e suprimento de recursos naturais e energia).

2) Eco inovações integradas: garantem processos e produtos de tecnologia mais limpa e o investimento nesse tipo de inovação não é realizado apenas para tornar as empresas mais eco-eficientes do que suas concorrentes, mas também pode ser usada para melhorar a produtividade da firma.

3) Produtos alternativos ecoinovados: são utilizados novos caminhos tecnológicos, com inovações que representam uma mudança tecnológica radical. Com isso, a intenção não é apenas ter um produto ou processo mais limpo, mas oferecer uma solução muito diferente das demais e que traga maiores resultados positivos ambientalmente, podendo citar como exemplo as energias renováveis.

4) Eco inovações Macro-organizacionais: apresenta novas estruturas organizacionais que exigem cooperação por parte da esfera pública com as empresas com intuito de encontrar novas soluções.

5) Eco inovações de propósito geral: representam mudanças de paradigma tecnológico e são fundamentais, pois geram efeitos importantes sobre as eco inovações como um todo (HOFF; AVELLAR; ANDRADE, 2016).

Atualmente as empresas realizam atividades de forma competitiva em âmbito global e com isso, a gestão ambiental passa a ter valor estratégico já que representa ganhos de redução de recursos, de custos, de competitividade e produtividade. Nesse caso, a eco inovação é incentivada por diversos fatores “incluindo a regulamentação e os subsídios governamentais, oportunidades de negócios para a produção limpa e a adoção pelas empresas de uma ética ambiental, em resposta à pressão pública” (MAÇANEIRO; DA CUNHA, 2014, 3).

A eco inovação pode ser apresentada em dois tipos de estratégias: as reativas e as proativas. No caso da estratégia reativa, os investimentos são voltados para tecnologias *end-of-pipe*, que são soluções com objetivo de controlar a poluição que já ocorreu, ou seja, está presente no final do processo produtivo sem qualquer outra alteração no ciclo de vida do produto. Mas esse tipo de solução demanda altos investimentos e torna-se bastante cara. Além disso, essa estratégia está mais ligada à questão de respeitar regulamentações vigentes e não como uma forma de priorizar a gestão ambiental (MAÇANEIRO; DA CUNHA, 2014).

Já as estratégias de ecoinovação proativa são denominadas *cleaner production* e definidas como “prevenção da poluição”. Dessa forma, estão atreladas as ações voluntárias que buscam redução dos impactos ambientais e que possibilitam a criação de vantagem competitiva com adoção de tecnologias ecoinovadoras. Assim, a estratégia proativa garante uma abordagem mais ampla com relação à proteção ambiental, atendendo desde a fase do processo de manufatura até o ciclo de vida do produto. Nesse sentido, considerando que ao reduzir poluentes poupará recursos e assim permitirá a produção de mais bens e serviços com menos insumos, ou seja, terá um aumento de produtividade, a prevenção da poluição deverá resultar em um melhor fluxo de caixa e maior rentabilidade para as empresas (MAÇANEIRO; DA CUNHA, 2014).

Existem vários fatores que influenciam o tipo de estratégia de ecoinovação que será tomada pelas organizações e os principais são fatores externos (regulamentação ambiental, os incentivos governamentais e os efeitos de reputação do contexto de inserção) e fatores internos (o apoio da alta administração da empresa, as competências e capacidades de absorção tecnológica, a formalização das questões ambientais) (ERVILHA; VIEIRIA; FERNANDES; 2019).

Esses fatores estão bastante atrelados aos que levam à inovação tradicional:

Fatores impulsionadores da ecoinovações em três grupos: (i) fatores puxados pelo mercado - market pull (market share, a concorrência, a inserção em novos mercados, os custos do trabalho, a demanda, fluxos informacionais, etc.); (ii) fatores empurrados pela tecnologia - technology push (qualidade do produto, a eficiência produtiva, logística e armazenamento, capacidade tecnológica e a eficiência energética); e (iii) fatores inerentes ao processo regulatório - regulatory push e regulatory pull (legislação ambiental vigente, os padrões de segurança e saúde ocupacional, exigências informacionais nos produtos, regras de responsabilização por danos e a expectativa de novas regulações), sendo que estes últimos possibilitam a ocorrência dos dois primeiros (ERVILHA; VIEIRIA; FERNANDES; 2019, 5).

Ecoinovação é algo bastante desejado socialmente, mas a existência de imperfeições no mercado pode acabar gerando obstáculos ao seu desenvolvimento por parte de agentes privados. Sendo assim, quando determinantes empurrados pela tecnologia (*technology push*) e puxados pelo mercado (*market pull*) não são suficientes, essas ecoinovações precisarão de reforço regulatório para que aconteçam (ALOISE; NODARI; DORION, 2016).

Com isso é importante destacar alguns fatores de grande proporção que influenciam na decisão das empresas de investir na ecoinovação. O Acordo de Paris, por exemplo, tem como principal objetivo a redução da emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono. Nesse sentido, diminuir o uso de combustíveis fósseis como matriz energética e aumentar a utilização de energias renováveis é uma das principais soluções.

O Brasil apresenta algumas legislações de incentivo à eficiência energética, com intuito de aumentar a geração de energia por fontes renováveis, que podem ser consideradas moderadamente bem-sucedidas. Um importante marco regulatório na área de energias renováveis e eficiência energética foi a Resolução n. 482/2012, que além de possibilitar a geração distribuída, instituiu o sistema de compensação de energia no Brasil. A partir disso, as unidades consumidoras com geração distribuída de até 1 MW (depois foi ampliada para 3 MW para fonte hidráulica e 5MW para solar, eólica e biomassa) poderiam compensar seu consumo de energia, ou seja, caso a produção de energia fosse maior do que o consumo, créditos são gerados para ser utilizados posteriormente (ALTOÉ, 2017). Mas a partir da nova lei 14.300/2022, quando o sistema fotovoltaico não estiver gerando energia (como à noite) ou não gerar o suficiente, a quantidade de energia que a concessionária precisar suprir será abatida nesses créditos que foram gerados anteriormente. Com isso, os créditos passam por uma taxa para que se possa cobrir então as despesas que a distribuidora possui com a infraestrutura e o investimento da rede elétrica. Os consumidores que já tinham o sistema solar em casa antes da lei ter sido instalada, ou instalaram durante o ano de 2022, ficarão isentos da cobrança até 2045.

Em complemento, algumas análises econométricas realizadas em 2014 demonstram quais são os principais determinantes internos das empresas para adoção de ecoinovação nos processos produtivos no Brasil. Primeiramente, considerando que para inserção no mercado internacional é necessário produtos ambientalmente corretos e que a ecoinovação proporciona ganhos de competitividade para as empresas nesse mercado, uma determinante é a intensidade de exportação da empresa. Em seguida temos a importância do apoio governamental, já que aumenta em 23% as chances de as empresas estarem em categorias de ecoinovação mais relevantes do que as empresas que não recebem incentivos. Outra determinante é a intensidade de P&D, pois empresas com maior intensidade em P&D tendem a fazer maiores investimentos ecoinovadores. Além disso, as fontes de informações podem garantir importantes ganhos estratégicos para o processo ecoinovativo. E, por fim, a variável pessoal ocupado que pode ser considerada representante do tamanho da empresa, no sentido de que empresas maiores

possuem melhores condições para adotar ecoinovação (ERVILHA; VIEIRIA; FERNANDES; 2019).

2. CAPÍTULO 2 – EVOLUÇÃO RECENTE DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL

2.1 Matriz elétrica brasileira

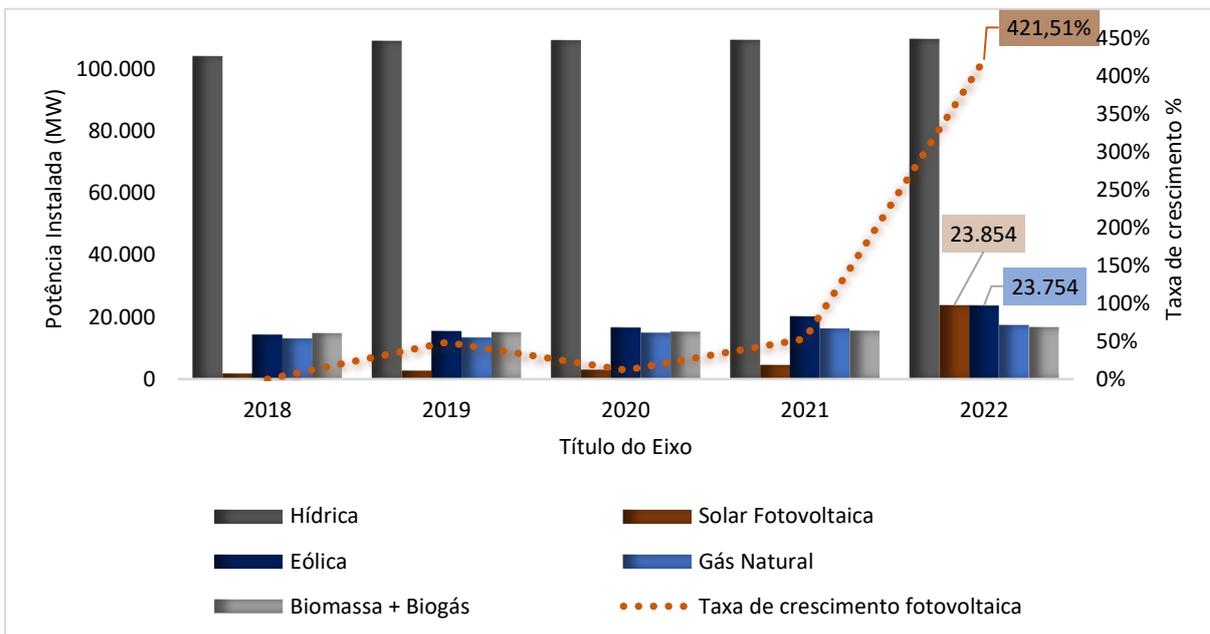
A matriz elétrica representa o conjunto de fontes disponíveis apenas para gerar a energia elétrica, podendo ser através de combustíveis fósseis como carvão, óleo e gás natural que são utilizados em termelétricas ou energia renovável como hidráulica, eólica e solar, por exemplo. Segundo Andrade (2015), o processo para obter energia elétrica está dividido em quatro etapas: geração, transmissão, distribuição e comercialização. Quando se apresenta esse segmento a geração é considerada centralizada, ou seja, grandes centrais de produção de energia elétrica (SANTOS, 2008).

No caso do Brasil, a matriz elétrica é mais renovável em comparação ao resto do mundo (EPE, 2022). O gráfico 1 mostra a evolução da matriz elétrica brasileira de 2018 a 2022 considerando as principais fontes de energia do país: hídrica, eólica, gás natural, biomassa + biogás e solar fotovoltaica que será destacada, já que é o foco desse trabalho.

A partir disso, é possível perceber que a fonte de energia hídrica é a principal no Brasil, mantendo nesse período uma geração bastante alta e praticamente constante. A segunda mais relevante para o país sofreu mudanças, iniciando o período com a Biomassa + Biogás e a partir de 2019 a eólica toma essa posição, se mantendo até 2021 e acaba sendo ultrapassada pela energia fotovoltaica em 2022, com uma diferença de 100 MW de potência instalada.

Em complemento, é importante destacar a taxa de crescimento da energia fotovoltaica durante esse período. Nos três primeiros anos e no último as taxas foram mais discretas, principalmente em 2020 que teve um aumento de apenas 11,82% comparado a 2019. Em contrapartida, em 2022 a taxa de crescimento foi de 421,51%, sendo que em 2021 a potência instalada era de 4.574 MW e 2022 chegou a 23.854 MW. Nesse sentido, é possível considerar que o ano de 2022 foi decisivo para que a energia solar fotovoltaica se tornasse a segunda principal fonte de eletricidade do Brasil.

Gráfico 1: Matriz elétrica brasileira (MW) 2018-2022



Fonte: Elaboração própria, ABSOLAR, ANEEL, 2023.

2.2 A tecnologia solar fotovoltaica e seus impactos na geração de emprego

Ao considerar a intensificação daecoinovação, um setor que apresenta um significativo avanço nas inovações que levam em conta a dimensão ambiental é o setor de energia elétrica. A energia elétrica teve origem na 2ª Revolução Industrial, no qual ela deixou de ser algo individual e tornou-se centralizada, com controle dos órgãos governamentais (VIEIRA NETO, 2019). Nesse sentido, os segmentos do setor (geração, distribuição e transmissão) faziam parte de um monopólio natural, não havendo uma alternativa para o consumidor. As mudanças começaram a acontecer a partir de 1980, com algumas reformas em empresas do setor, além de processos de privatizações.

Um importante exemplo de descentralização da energia é apresentado na Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que permitiu que o consumidor brasileiro gerasse sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e o excedente seria fornecido para a rede de distribuição da localidade, sendo chamada de geração distribuída de energia (ANEEL, 2015).

A geração de energia Solar Fotovoltaica é um importante exemplo de energia renovável, se integrando totalmente no campo deecoinovação. O efeito fotovoltaico foi

observado pela primeira vez em 1839 por Edmund Becquerel ao produzir uma corrente elétrica ao expor à luz dois eléctrodos de prata num eletrólito, mas a criação da primeira célula fotovoltaica foi em 1883, por Charles Fritts. Nesse primeiro momento, essa tecnologia permitiu gerar uma corrente contínua e constante com conversão elétrica máxima de 1% enquanto atualmente o retorno é de 20% de eficiência (BRITO, SILVA; 2006).

Algumas vantagens existentes da energia fotovoltaica estão ligadas ao fato de sua fonte energética ser a luz solar, pois é uma fonte de energia limpa e renovável, o que garante benefícios ambientais, econômicos e sociais (Quadro 1). Além disso, as vantagens frente às outras tecnologias é o seu modo simples de instalação e o pouco espaço que o seu sistema ocupa, possibilitando sua implantação em áreas urbanas e rurais e é vista como uma importante alternativa para lugares que não há distribuição de energia pelas concessionárias. Seu funcionamento não gera poluição sonora, já que seu sistema não produz nenhum tipo de ruído e a necessidade de manutenção é bem rara, pois seus painéis duram em média 25 anos, apenas com limpezas anuais (SILVA, 2020).

Quadro 1 – Vantagens da geração de energia fotovoltaica

Vantagens
Espera Econômica
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Redução dos gastos com energia elétrica pela população e empresas ➤ Geração de empregos locais ➤ Desenvolvimento de uma nova cadeia produtiva no Brasil ➤ Aquecimento das economias locais, regionais e nacional
Esfera Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Geração de energia limpa, renovável e sustentável ➤ Contribui para as metas de redução de emissão do país ➤ Não emite gases, líquidos ou sólidos durante a operação ➤ Não gera ruídos, não possui partes móveis
Espera Estratégica
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diversificação da matriz elétrica brasileira ➤ Ampliação do uso de energias renováveis no país ➤ Redução de perdas por transmissão e distribuição

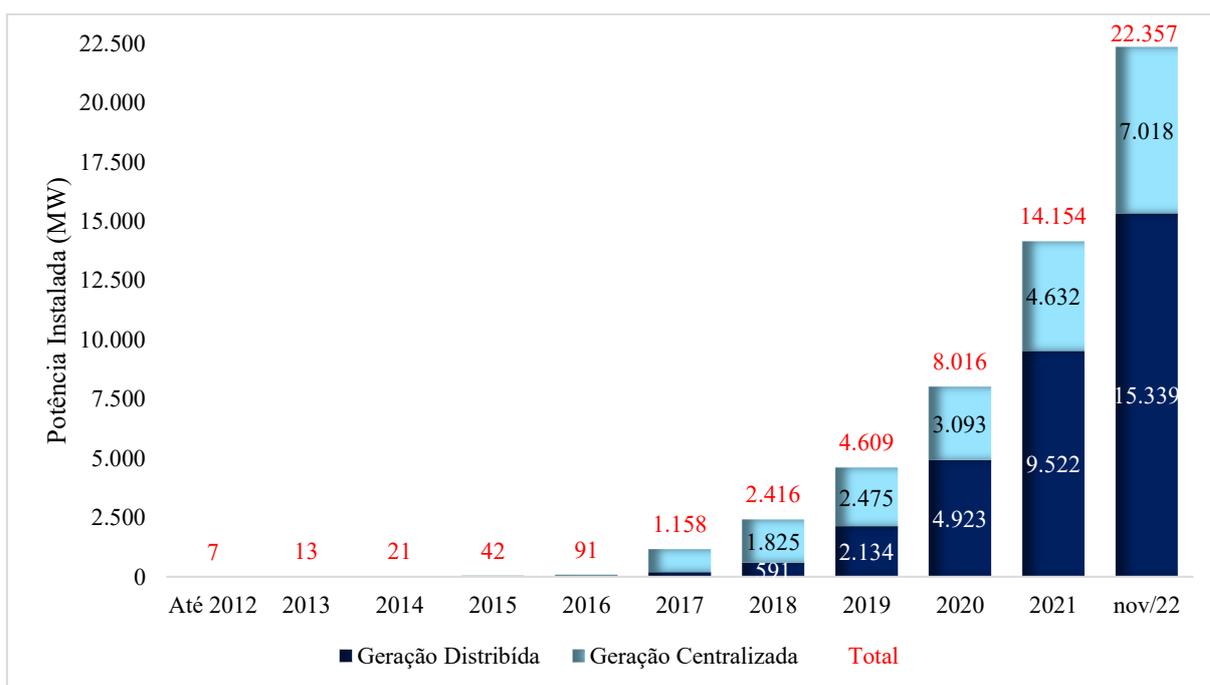
Fonte: Elaboração própria com base em SILVA, 2020.

Em contrapartida, o fato de o sistema fotovoltaico não funcionar durante a noite e em dias chuvosos ou nublados, leva a uma grande desvantagem comparado às outras fontes de energia, como a eólica e hídrica, por exemplo. Além disso, o custo da implantação desse sistema

pode ser um problema inicialmente, pois é necessário um alto investimento e o payback é de aproximadamente 4 anos após a instalação.

O Brasil possui um dos maiores potenciais para geração de energia fotovoltaica no mundo, pois conta com níveis de irradiação solar bastante superiores comparado a outros países que possuem projetos avançados voltados para o aproveitamento de energia solar. Com isso, não é à toa que a fonte solar fotovoltaica está em constante crescimento no Brasil. A partir de 2017 apresenta um aumento significativo principalmente na geração centralizada, representando 83%, e na geração distribuída mostrou-se menos intenso. Mas, após 2019 o contexto se inverteu e atualmente a geração de energia distribuída representa 69% do total de Megawatt produzido pela Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil (ABSOLAR, 2022), conforme apresentado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Evolução da fonte solar fotovoltaica no Brasil (MW) 2012-2022



Fonte: Elaboração própria, ABSOLAR, 2023.

Em complemento, a energia solar fotovoltaica pode aparecer em dois sistemas diferentes, conectado à rede ou isolado. Na primeira situação quando o sol atinge o painel solar, temos a geração de energia elétrica, que é repassada ao inversor para transformar a corrente contínua em corrente alternada, depois passa pelo medidor e por fim a energia é conectada à rede de distribuição que recebe gerando créditos na conta de luz do imóvel. Já no sistema

isolado, a geração de energia também ocorre após o sol atingir o painel, mas depois passa pelo controlador de carga, em seguida a energia é armazenada nas baterias, que pode ser usada em cargas de correntes contínuas ou passa pelo inversor para ser transformada em corrente alternada (MACHADO, 2015).

Além de ser uma importante fonte de energia sustentável, no qual está totalmente relacionada ao conceito deecoinovação, a energia solar tem se mostrado promissora também no que se refere à geração de empregos, gerando importantes impactos econômicos no país. Segundo Rodrigues (2017), considerando o total de empregos das energias renováveis, a fotovoltaica é a fonte de energia renovável que gera maior número de empregos no mundo. Até 2015 foi responsável por gerar 2,7 milhões, o que representa 34,3% da geração de empregos por energias renováveis.

Além disso, segundo Rodrigo Sauer, presidente da ABSOLAR, desde 2012 o setor de energia solar gerou mais de R\$120,8 bilhões em investimento no Brasil, além de gerar 705 mil empregos diretos e indiretos. A partir da grande expansão observada nos últimos anos e uma projeção de crescimento para 2023 de 10,1 GW, a expectativa é de que nesse ano o número chegue a 1 milhão de postos de trabalho (ABSOLAR, 2023).

3. CAPÍTULO 3 – EVOLUÇÃO DO EMPREGO EM ENERGIAS RENOVÁVEIS

Este capítulo é considerado o foco principal deste trabalho, com o objetivo de apresentar, primeiramente, dados a respeito da geração de empregos em energias renováveis e energia fotovoltaica em relação ao mundo. Em seguida será apresentada a geração de energia no Brasil, destacando os seus principais estados e municípios que atuam na geração de energia fotovoltaica. E por fim, serão realizadas comparações das taxas de crescimento da geração de energia e da geração de emprego. Importante ressaltar que os dados referentes a empregos estão englobando empregos diretos e indiretos.

Os dados que serão apresentados foram retirados principalmente das seguintes fontes de dados: Agência Internacional para as Energias Renováveis (IRENA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

3.1 Geração de empregos em energia renovável e solar fotovoltaica nos principais países que atuam no setor

Com o objetivo de analisar a trajetória da geração de emprego nos principais países que geram energia renovável e mais especificamente energia solar fotovoltaica, foram selecionados: Brasil, China, Estados Unidos, Índia e União Europeia, pois são os países que mais se destacam na geração de empregos. No que se refere à energia renovável trata-se da somatória do que foi gerado pelas seguintes tecnologias de geração de energia: hidrelétrica, eólica, solar, bioenergia, geotérmica e oceânica.

Os números relacionados a emprego são baseados pela IRENA em uma ampla gama de estudos e relatórios por agências governamentais, associações industriais, organizações não governamentais e especialistas acadêmicos, com informações de foco, detalhe e qualidade variados. Dessa forma, é importante levar em consideração que por se tratar de países diferentes é bastante provável que tenham diferentes formas de quantificar os empregos indiretos, pois cada um segue um método que considere mais efetivo.

A partir dos dados analisados na tabela 1, é possível perceber que o emprego global direto e indireto¹ de energia renovável atingiu 10,3 milhões em 2017, um aumento de 5,1% em relação ao número alcançado no ano anterior. A China sozinha respondeu por 37,67% de todos os empregos em energia renovável. Sua parte é particularmente elevada no aquecimento e arrefecimento solar (83%) e na energia solar setor fotovoltaico (PV) (66%), e menos em energia eólica (44%) (IRENA, 2018). Em seguida, temos a União Europeia com 12,31%, Brasil com 8,67%, Estados Unidos com 7,63% e, por fim, Índia com 4,19%.

Além disso, é importante considerar também a taxa de crescimento na geração de empregos em cada um desses países. A União Europeia teve um crescimento de 90,1% comparando os anos de 2016 e 2017, passando de 667.000 para 1.268.000 empregos, já os Estados Unidos apresentou o menor crescimento nesse ano 1,16%, aumentando de 777 mil para 786 mil empregos gerados em energia renovável.

Já no ano de 2021, último ano analisado, o emprego mundial em energia renovável chegou a 12.7 milhões, com aumento de 5,83% comparado a 2020 e 23,3% a 2017. É possível perceber que a China se manteve em primeiro lugar na geração de emprego por todo período analisado e chega em 2021 representando 42,27% do total. Em seguida temos o Brasil com 10,02% e por último a Índia representando 6,80%.

A maior taxa de crescimento desse ano foi da Índia 18,87%, onde apresentava 726 mil em 2020 e chega a 863 mil em 2021 e a União Europeia aparece pela segunda vez consecutiva com uma taxa de crescimento negativa no valor de -1,22% em 2020 e -4,46% em 2021.

¹ Deve-se ressaltar que a contabilização de empregos indiretos nem sempre segue a mesma metodologia entre países. Por isso, os dados aqui apresentados podem estar sobre ou subestimados, mas são os que estão disponíveis em fontes oficiais do setor elétrico.

Tabela 1- Geração de emprego em energia renovável (mil empregos)

País/Ano	2017			2021		
	Emprego	% participação	% crescimento	Emprego	% participação	% crescimento
Mundo	10.300	-	5,10%	12.700	-	5,83%
Brasil	893	8,67%	1,94%	1.272	10,02%	5,82%
Estados Unidos	786	7,63%	1,16%	923	7,27%	10,14%
União Europeia	1.268	12,31%	90,10%	1.242	9,78%	-4,46%
Índia	432	4,19%	12,21%	863	6,80%	18,87%
China	3.880	37,67%	6,51%	5.368	42,27%	13,44%

Fonte: Elaboração própria, IRENA, 2022.

Analisando diretamente o setor de energia solar fotovoltaica, na tabela 2 é possível notar que em 2017 a China aparece como principal país na geração de emprego, representando 65,85% e, por último, aparece o Brasil, com apenas 0,30%.

Entretanto, a taxa de crescimento mostra o potencial de mudanças que podem ocorrer ao longo dos anos, já que países com menor taxa de participação aparecem com alta taxa de crescimento na geração de emprego em energia solar fotovoltaica. O Brasil aparece com um crescimento de 150% comparado a 2016, passando de 4 mil empregos para 10 mil. Em seguida está União Europeia com 49,25%, Índia 35,65%, China 12,95% e Estados Unidos com taxa de crescimento negativa de -3,68%.

Já em 2021 foram gerados 4,3 milhões de empregos em energia solar fotovoltaica (PV), aumento de 7,95% comparado ao ano anterior e 27,52% contrapondo com 2017. Nesse sentido, o setor de energia fotovoltaica aparece como o que mais cresce, respondendo por mais de um terço do total de empregos gerados por energia renovável (IRENA, 2022).

Neste último ano o Brasil teve um crescimento de 69,41% na geração de empregos, passando de 68 mil para 115 mil empregos. Um fator que explica essa alta taxa de crescimento é a isenção da taxa da lei 14.300/22 para aqueles projetos instalados até o ano de 2022, portanto, antes disso os consumidores interessados na tecnologia fotovoltaica agilizaram o processo de instalação para obterem essa isenção da taxa de energia solar e, conseqüentemente, isso levou também ao aumento de empregos nesse setor. Na Índia, houve crescimento de 32,72%, União Europeia 21,13%, China 16,61% e Estados Unidos 10,15%.

Tabela 2 - Geração de emprego em energia fotovoltaica (mil empregos)

País/Ano	2017			2021		
	Emprego	% participação	% crescimento	Emprego	% participação	% crescimento
Mundo	3365	-	8,72%	4291	-	7,95%
Brasil	10	0,30%	150,00%	115	2,68%	69,41%
Estados Unidos	233	6,92%	-3,68%	255	5,94%	10,15%
União Europeia	100	2,97%	49,25%	235	5,48%	21,13%
Índia	164	4,87%	35,65%	217	5,06%	32,72%
China	2.216	65,85%	12,95%	2.682	62,50%	16,61%

Fonte: Elaboração própria, IRENA, 2022.

3.2 Geração de energia no Brasil

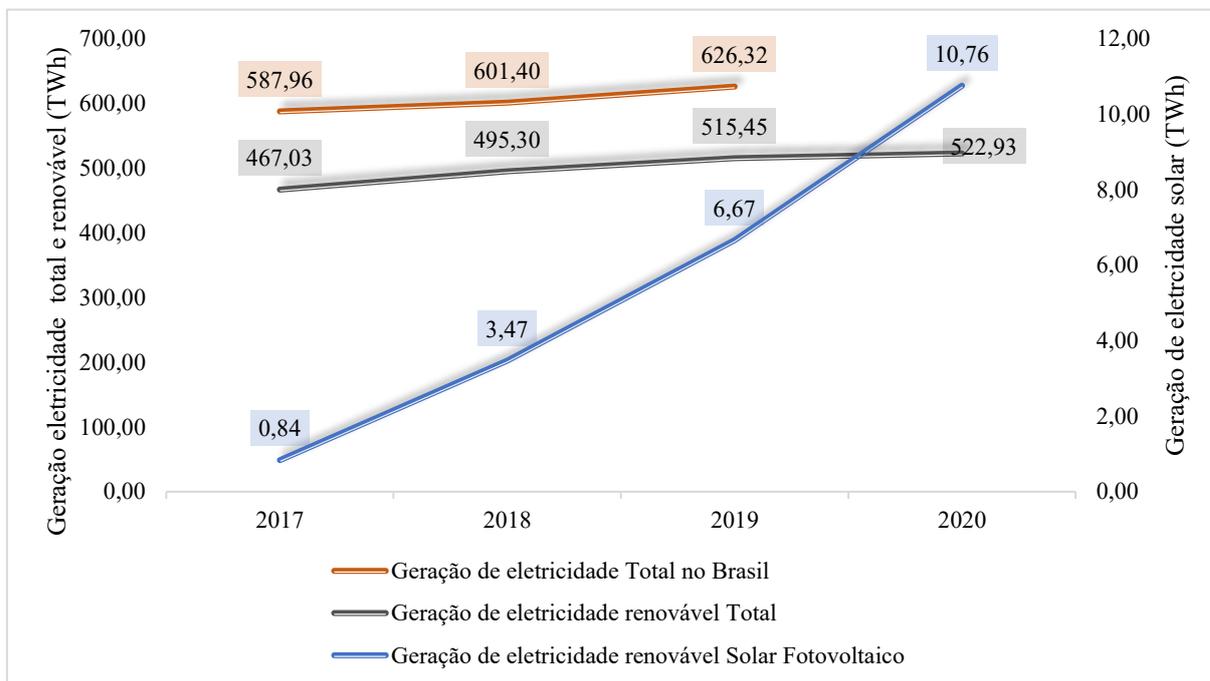
Com o intuito de analisar o comportamento da geração de energia no Brasil foram construídos três gráficos, um mostrando a trajetória de crescimento na geração de energia do país e os outros dois mostrando os principais Estados que atuam na geração de energia solar fotovoltaica distribuída e centralizada, respectivamente. Além disso, serão apresentados os principais municípios brasileiros na geração de energia solar distribuída durante o período 2018 a 2022 (Tabela 3).

No Gráfico 3, temos a geração de eletricidade total (considerando todas as fontes de energia do Brasil), a geração por energia renovável e especificamente da energia renovável solar fotovoltaica entre os anos de 2017 e 2020. A partir desse gráfico é possível analisar que tivemos uma trajetória de crescimento bastante expressiva para todos os casos, principalmente para a energia fotovoltaica.

A energia total passou de 587,96 TWh no ano de 2017 para 626,32 TWh no ano de 2019 (último ano com dados disponíveis), apresentando um crescimento de 6,52%. Já a energia renovável foi de 467,03 TWh para 522,93 TWh de 2017 para 2020, crescimento de 11,96%.

Por fim, a energia solar fotovoltaica apresentou um crescimento de 1.280,9% entre os anos de 2017 e 2020, onde a geração era de 0,84 TWh no primeiro ano e chegou em 10,76TWh no último ano analisado.

Gráfico 3 - Geração de eletricidade total, renovável e solar fotovoltaica no Brasil 2017-2020

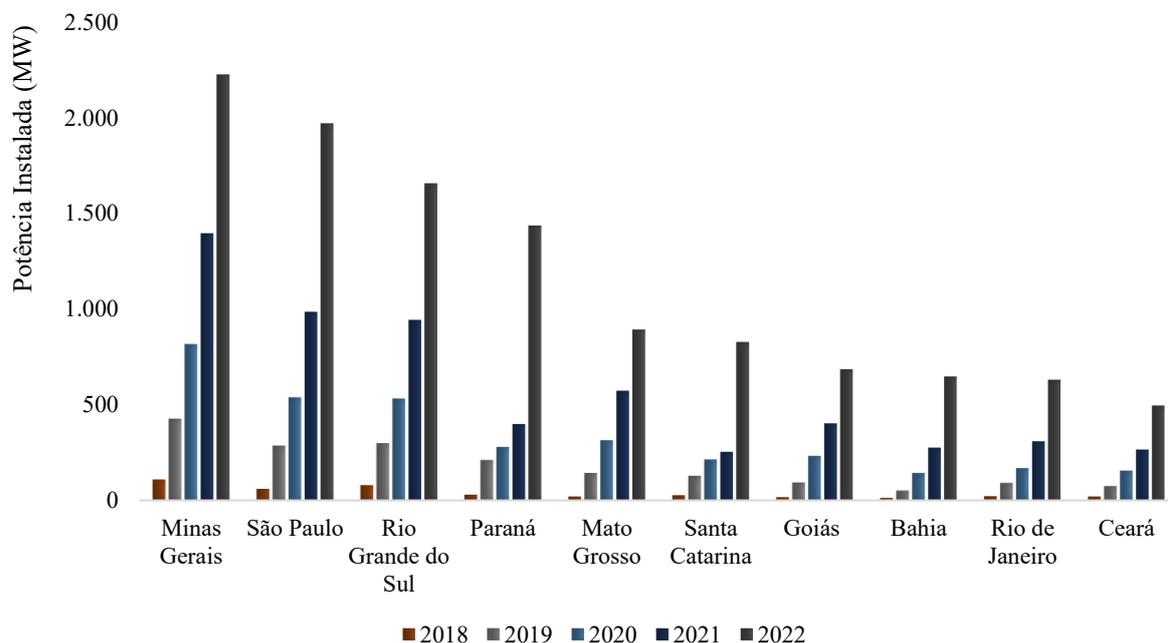


Fonte: Elaboração própria, IRENA, 2018, EIA, 2022.

O Gráfico 4 mostra o comportamento da geração de energia solar fotovoltaica distribuída nos dez principais estados que atuam nesse setor. A partir dele podemos perceber que o estado de Minas Gerais, desde o início do período analisado, se mantém em primeiro lugar na geração de energia. Já o Rio Grande do Sul esteve em segundo lugar até 2019, perdendo a posição para o estado de São Paulo a partir de 2020, onde está até o momento.

Os outros Estados apresentavam uma geração muito baixa no ano de 2018, mas ao longo dos anos passaram a se destacar também, e o seu crescimento seguiu uma trajetória bastante parecida. No ano de 2022 o Ceará foi o que menos gerou energia fotovoltaica entre esses dez estados analisados.

Gráfico 4 – Geração distribuída nos estados brasileiros 2018-2022



Fonte: Elaboração própria, ABSOLAR 2018-2022.

A tabela 3 mostra a evolução da potência instalada em geração distribuída nos municípios brasileiros. Alguns desses municípios passaram por grandes mudanças na sua potência instalada (MW) e outros praticamente mantiveram a sua posição inicial.

No caso de Uberlândia, em 2018 era o município com maior potência instalada no país, mas ao longo dos anos foi perdendo posição, ficando em segundo lugar nos dois anos seguintes, em terceiro no penúltimo ano analisado e chega em 2022 ocupando a 9ª posição com 106,3 MW de potência instalada. Ainda assim, é importante ressaltar que Uberlândia é o município que mais gera energia solar fotovoltaica em Minas Gerais, o que pode ser explicado pelo fato de ser uma das cidades do Estado com maior incidência solar segundo o mapeamento realizado pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig).

Em contrapartida, Cuiabá mostrou uma evolução bastante interessante. No primeiro ano encontrava-se na 7ª posição, depois aparece como principal município durante dois anos consecutivos (2020 e 2021) e termina 2022 em terceiro com uma potência instalada de 144,9 MW. A evolução apresentada desse município pode ser explicada também pela alta incidência solar.

E um último caso que deve ser destacado é o município de Florianópolis, que durante os quatro primeiros anos analisados não aparece entre os principais municípios, mas no último ano, 2022, aparece ocupando o primeiro lugar, com 314,6 MW de potência instalada. Um fator que incentivou esse grande crescimento foi a Aneel aprovar o reajuste tarifário da Distribuidora do Estado (Celesc Distribuição), gerando um aumento de 7,66% na conta de luz dos consumidores residenciais. Com isso, optaram por investir na geração de sua própria energia através da geração distribuída (PORTAL SOLAR, 2022).

Tabela 3 – Potência instalada (MW) em geração distribuída nos municípios brasileiros 2018-2022

Potência Instalada (MW) em Geração Distribuída					
Município	2018	2019	2020	2021	2022
Uberlândia - MG	12,5	25,2	50,6	73,2	102,2
Brasília - DF	10,8	24	33,4	84	204,3
Rio de Janeiro - RJ	10,8	27,6	45,2	61,7	125,7
Fortaleza - CE	8,1	23,1	40,3	65,7	124
Belo Horizonte - MG	6,1	16,7	28,2	42,5	
Goiânia - GO	5,7	18,2	35,8	61,8	114,6
Cuiabá - MT	5,5	24,6	51,6	95,6	144,9
Teresina - PI		17,2	40,1	69,6	133,2
Campo Grande - MS		13,6	25,4	48,6	123,6
Florianópolis - SC					314,6

Fonte: Elaboração própria, ABSOLAR 2018-2022.

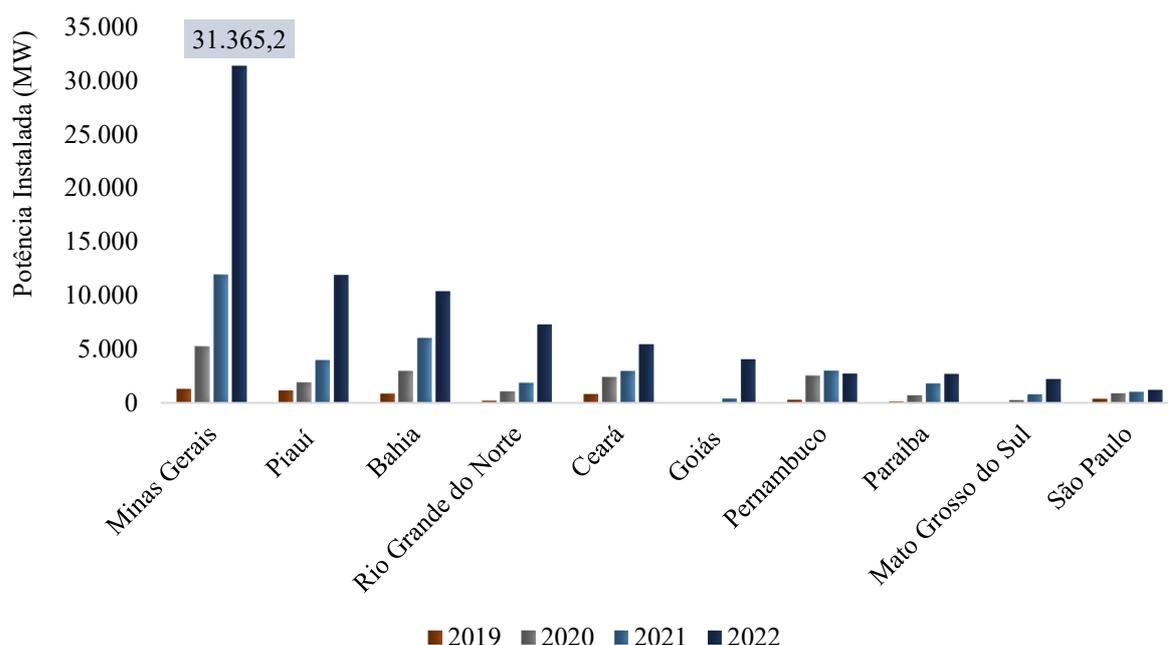
No Gráfico 5, temos a geração centralizada de energia solar fotovoltaica, que também analisa os dez principais estados que atuam nessa geração. Nesse caso, a potência instalada entre eles apresenta uma maior discrepância. Novamente o estado de Minas Gerais aparece como principal atuante em todo o período analisado (2019 a 2022), chegando em 2022 com a geração de 31.365,2 MW. Piauí e Bahia disputam o segundo lugar durante esse período e São Paulo, que na geração distribuída ganha destaque, aparece na geração centralizada como o menor a gerar energia fotovoltaica em 2022.

Os fatores que influenciam na viabilidade econômica do sistema fotovoltaico são as tarifas energéticas, irradiação solar e incentivos fiscais. Nesse sentido, esses fatores podem explicar a diferença percebida entre os estados brasileiros já que quanto mais intensa for a

presença desses fatores no estado, maior tende a ser os investimentos na geração de energia própria.

O Estado de Minas Gerais, que se destaca tanto na geração distribuída como centralizada, possui uma tarifa convencional de 0,653 R\$/kWh (ANEEL, 2022), intermediariamente alta comparada aos outros estados, além disso está localizado em uma das regiões do Brasil com maior irradiação solar (CEMIG 2021), seguido por Piauí e Bahia. Por fim, apresenta também incentivos fiscais para a geração de energia fotovoltaica. Esse incentivo está relacionado a isenção do ICMS para a energia gerada em usinas de até 5MW, fator que representa ganho significativo no que se refere ao tempo de retorno do investimento realizado para geração da própria energia e através do Decreto Estadual MG 48.506/2022, essa isenção foi prorrogada até 2032 no estado.

Gráfico 5 – Geração centralizada nos estados brasileiros 2019-2022



Fonte: Elaboração própria, ABSOLAR 2019-2022.

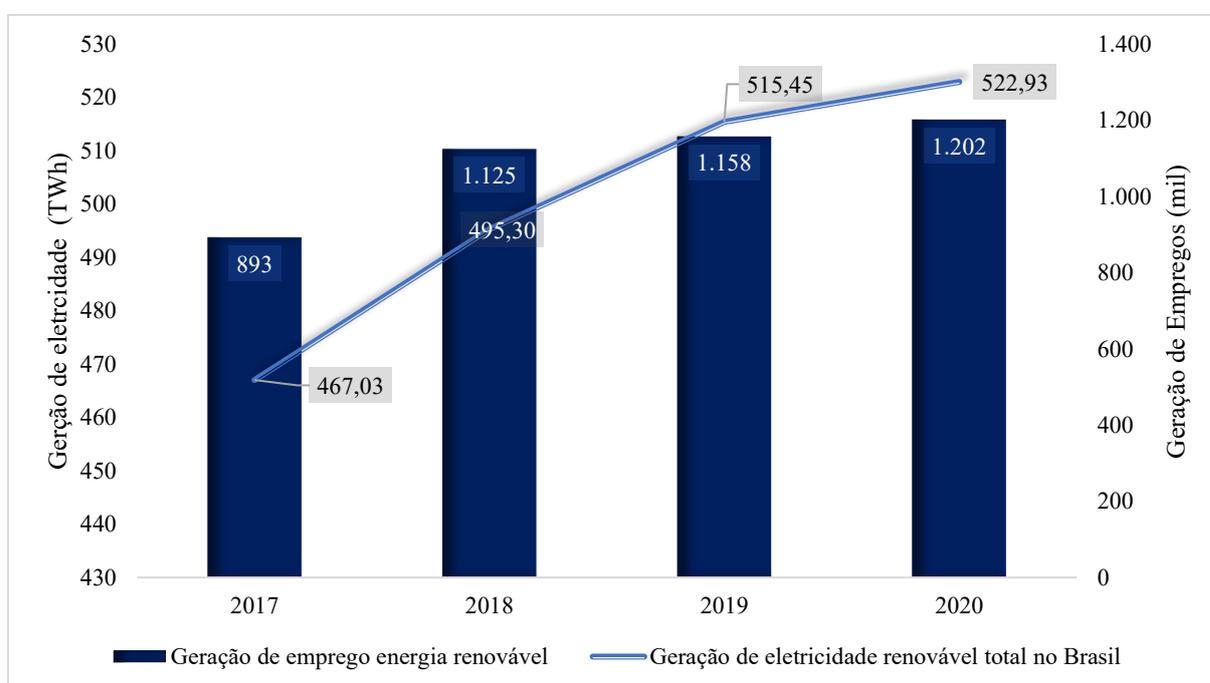
3.3 Geração de eletricidade renovável *versus* Geração de emprego no Brasil

Com o intuito de analisar se a trajetória de crescimento da geração de emprego aconteceu no mesmo sentido do aumento da geração de eletricidade, foram construídos dois gráficos, o primeiro apresentando a geração de eletricidade renovável total e a sua geração de

emprego e o segundo apontando dados a respeito da geração de eletricidade solar fotovoltaica e sua geração de emprego.

No gráfico 6 é possível notar um crescimento expressivo nas duas variáveis, apresentando um caminho parecido para os dois casos. A geração de energia renovável em 2017 era de 467,06 TWh e em 2020 de 522,93 TWh, apresentando um crescimento de 11,96% e a geração de emprego cresceu 34,60%, passando de 893 mil para 1.202 mil empregos. Portanto, o crescimento na geração de emprego foi maior do que na geração de energia nesse período.

Gráfico 6 – Geração de eletricidade renovável *versus* Geração de emprego no Brasil 2017-2020



Fonte: Elaboração própria, IRENA, 2022; EIA 2022.

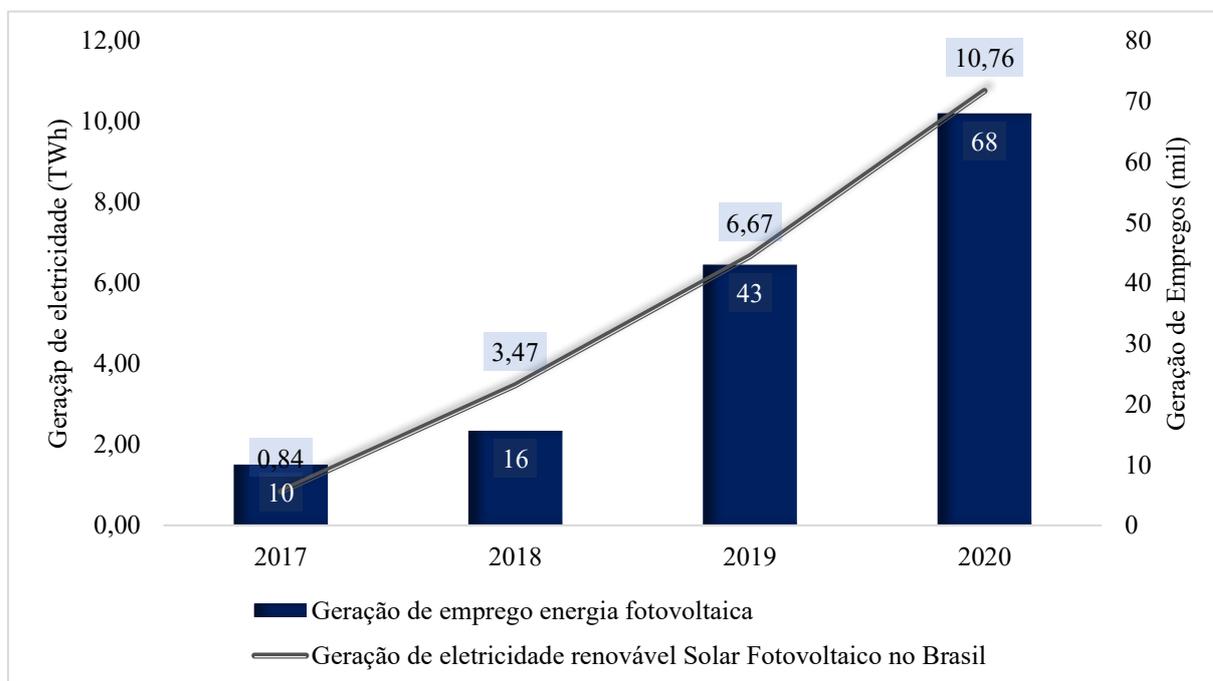
3.4 Geração de eletricidade solar fotovoltaica *versus* Geração de emprego no Brasil

No gráfico 7 temos os dados a respeito da geração de energia fotovoltaica, que também apresentou uma trajetória de expansão parecida para suas variáveis. Nesse caso, a geração de energia cresceu 1.280,9% e a geração de emprego passou de 10 mil para 68 mil empregos, crescendo 580% de 2017 para 2020. Portanto, no caso da energia solar fotovoltaica a taxa de crescimento na geração de energia foi maior do que a taxa de crescimento na geração de empregos, mas ainda assim o seu crescimento foi bastante considerável.

Um fator que pode explicar a maior taxa de crescimento na geração fotovoltaica é a intensidade das importações de equipamentos necessários para o sistema fotovoltaico. Isso porque ao priorizar a importação, a necessidade de mão de obra na produção desses itens diminui consideravelmente, pois os dados estão incorporando os empregos indiretos ao longo da cadeia. A maior parte vem de importação por serem considerados de melhor qualidade, já que no exterior, sobretudo na China, a cadeia de fabricação é completa. Já no Brasil, é considerado inviável que haja o desenvolvimento completo dessa cadeia e, com isso, os equipamentos podem sair mais caros e com qualidade inferior (IDEAL, 2018).

Em complemento, segundo o Portal do governo brasileiro, de 2020 ao final de 2021, foram zeradas as taxas de importação de quatro tipos diferentes de equipamentos, módulo fotovoltaico, inversores fotovoltaicos, rastreadores solares e motobomba. A motivação para esse feito foi justamente a de incentivar a adoção da tecnologia, mas, como destaca Sauer (2020), a redução nos impostos apareceu como um desafio para os fabricantes nacionais e para a geração de emprego nesse setor.

Gráfico 7 - Geração de eletricidade solar fotovoltaica versus Geração de emprego no Brasil 2017-2020



Fonte: Elaboração própria, IRENA, 2022; EIA 2022.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia solar fotovoltaica se encaixa dentro do termoecoinovação e, mais especificamente, está relacionada aos denominados Produtos alternativos ecoinovadores, que é uma das categorias dentro deste termo. Nesse sentido, gerar energia limpa trata-se de uma mudança tecnológica radical, diferenciando de maneira intensa ao se comparar com as outras categorias citadas, pois garante maiores resultados positivos ambientalmente.

A partir do que foi analisado nos dados a respeito da matriz elétrica, é possível perceber que o Brasil utiliza fontes renováveis de maneira bastante intensa e a energia solar fotovoltaica está cada vez mais ganhando espaço e importância no país. Foi considerada a menos relevante em potência instalada em 2018 e em 2022 alcançou a posição de segunda fonte de energia mais importante para o país. Nesse sentido, nota-se a relevância e necessidade de realizar estudos acerca dessa fonte renovável de energia.

Já no que se refere à geração de emprego observada nesse setor, na comparação entre países a China se destaca durante todo o período. No Brasil, o crescimento das duas variáveis, geração de energia e emprego na tecnologia fotovoltaica, foi considerado intenso ao comparar o primeiro e último ano analisados.

Mas é importante destacar que a taxa de crescimento na geração de energia foi maior do que a de empregos, o que pode ser explicado pela intensa importação dos equipamentos utilizados no sistema fotovoltaico, o que impede que gere mais empregos na indústria desses itens, como módulo fotovoltaico, inversores fotovoltaicos, rastreadores solares e motobomba.

Além disso, a isenção de impostos do governo na importação destes itens durante os anos 2020 e 2021 pode ter intensificado ainda mais essa diferença na taxa de crescimento. Mas os dados disponibilizados até a realização deste trabalho impediram que esse período fosse analisado para comprovar esta hipótese. Com isso, se torna necessário estudos complementares futuramente acerca deste assunto. Como o tema tem ganhado relevância nos últimos anos, a tendência é de que aumente a possibilidade de obter dados a respeito e, a partir disso, seja possível ampliar as análises a serem realizadas.

Portanto, a conclusão que se chega é de que a energia solar fotovoltaica se mostra promissora tanto no sentido de se destacar entre as primeiras fontes de energia no Brasil, quanto

na geração de empregos. Mas para que a trajetória destas duas variáveis seja mais parecida é necessário que o país adote políticas industriais verdes para acelerar o desenvolvimento e o crescimento das indústrias ambientalmente sustentáveis e, a partir disso, aumentar a oferta de empregos nesse setor, de modo que a geração de energia fotovoltaica e sua geração de emprego apresentem taxas de crescimentos em uma mesma proporção.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR. Infográfico. 2018. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/02/2019.01.16%20Infogr%C3%A1fico%20ABSOLAR%20n%C2%BA%203.pdf>.

ABSOLAR. Infográfico. 2019. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/02/2020.03.12%20Infogr%C3%A1fico%20ABSOLAR%20n%C2%BA%2017.pdf>.

ABSOLAR. Infográfico. 2020. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/02/2020.12.17%20Infogr%C3%A1fico%20ABSOLAR%20n%C2%BA%2026.pdf>.

ABSOLAR. Energia solar: Brasil zera impostos sobre importação de 4 equipamentos. 2020. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-brasil-zera-impostos-sobre-importacao-de-4-equipamentos/>.

ABSOLAR. Infográfico. 2021. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/wp-content/uploads/2021/12/2021.12.14-Infografico-ABSOLAR.pdf>.

ABSOLAR. Infográfico. 2022. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>.

ABSOLAR. Energia solar supera eólica e vira 2ª maior fonte do país. 2023. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/noticia/energia-solar-supera-eolica-e-vira-2a-maior-fonte-do-pais-veja-desafios-para-2023/>.

ALOISE, Pedro Gilberto; NODARI, Cristine Hermann; DORION, Eric Charles Henri. Ecoinovações: um ensaio teórico sobre conceituação, determinantes e achados na literatura. Interações (Campo Grande), v. 17, p. 278-289, 2016.

ALTOÉ, Leandra et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. Estudos Avançados, v. 31, p. 285-297, 2017.

ANDRADE, M.E.M.C. Desafios na mensuração dos ativos para a formação das tarifas no setor de distribuição de energia elétrica: diagnóstico e propostas de equacionamento. 212 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo / São Paulo, 2015.

ANEEL. Geração Distribuída. Aneel.gov.br. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>.

ANEEL. Ranking da Tarifa Residencial. 2023. Disponível em: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/rankingtarifas>.

BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade. 2006. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/i1.pdf>.

CEMIG. Atlas Solarimétrico de Minas Gerais. 2021. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2021/03/atlas-solarimetrico-vol-ii-mg.pdf>.

DA SILVA, Matheus Segundo et al. Energia solar fotovoltaica: Revisão bibliográfica. Revista Mythos, v. 14, n. 2, p. 51-61, 2020.

EPE. Anuário Estatístico de Energia Elétrica. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>.

EPE. Matriz Energética e Elétrica. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#:~:text=A%20matriz%20el%C3%A9trica%20brasileira%20%C3%A9,em%20sua%20maior%20parte%20renov%C3%A1vel>.

FAZENDAMG. Decreto N° 48.506. 2022. Disponível em: http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/decretos/2022/d48506_2022.html.

GRENNER. Estudo Estratégico: GD Remota – Panorama de Mercado 2022 <https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-gd-remota-panorama-de-mercado-2022/>.

HOFF, Debora Nayar; AVELLAR, Ana Paula; ANDRADE, Daniel Caixeta. Eco-inovação nas empresas brasileiras: investigação empírica a partir da PINTEC. REVIBEC-REVISTA IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA, p. 73-87, 2016.

IDEAL – Instituto para Desenvolvimento de Energias Renováveis na América Latina. O Mercado Brasileiro de Geração Distribuída Fotovoltaica. Edição 2018. Florianópolis; 2018. Disponível em: https://issuu.com/idealeco_logicas/docs/estudofv2018_digital3.

IRENA. Revisões anuais do emprego nas energias renováveis. 2018. Disponível em: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Energy-and-Jobs>.

IRENA. Revisões anuais do emprego nas energias renováveis. 2019. Disponível em: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Energy-and-Jobs>.

IRENA. Revisões anuais do emprego nas energias renováveis. 2020. Disponível em: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Energy-and-Jobs>.

IRENA. Revisões anuais do emprego nas energias renováveis. 2021. Disponível em: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Energy-and-Jobs>.

IRENA. Revisões anuais do emprego nas energias renováveis. 2022. Disponível em: <https://www.irena.org/Energy-Transition/Socio-economic-impact/Energy-and-Jobs>.

IRENA. Capacidade e Geração de Energia. 2023. Disponível em: https://pxweb.irena.org/pxweb/en/IRENASTAT/IRENASTAT_Power%20Capacity%20and%20Generation/.

KOELLER, Priscila et al. EcoInovação: revisitando o conceito. 2020. (http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9960/1/td_2556.pdf).

MAÇANEIRO, Marlete Beatriz; DA CUNHA, Sieglinde Kindl. Modelo teórico de análise da adoção de estratégias de ecoinovação reativas e proativas: a influência de fatores contextuais internos e externos às organizações. Brazilian Business Review, v. 11, n. 5, p. 1, 2014.

OCDE, Manual. Manual de Oslo Terceira edição. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>>.

PORTAL GOV. Acordo de Paris. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf.

PORTAL SOLAR. Florianópolis (SC) supera 200 MW em geração solar distribuída. 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/noticias/mercado/geracao-distribuida/florianopolis-sc-supera-200-mw-em-geracao-solar-distribuida>.

RODRIGUES, Frank Wesley et al. A tendência de crescimento da energia fotovoltaica. 2017. Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica. Campina Grande, Paraíba. 2017.

SANTOS, Fernando Antônio Castilho Mamede. Geração Distribuída Versus Centralizada. 2008.

SCHUMPETER, J. Teoria do Desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico. Disponível em: <https://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2009/06/s_Schumpeter_Teoria_do_Developiment_o_Econ%C3%B4mico_Uma_Investiga%C3%A7%C3%A3o_sobre_Lucros_Capital_Cr%C3%A9dito_Juro_e_Ciclo_Econ%C3%B4mico.pdf>.

TEIXEIRA ERVILHA, Gabriel; DA CRUZ VIEIRA, Wilson; APARECIDA FERNANDES, Elaine. Determinantes da ecoinovação na indústria de transformação brasileira: uma análise empírica. Economia Aplicada/Brazilian Journal of Applied Economics, v. 23, n. 4, 2019.

VIEIRA NETO, José. Os reajustes tarifários na viabilidade econômica e financeira da geração distribuída fotovoltaica. 2019. TCC. Bacharel em Ciências Contábeis. Uberlândia, Minas Gerais. 2019.