



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Andressa Martins

Desafios e Barreiras para Modelos de Negócios Fotovoltaicos no Brasil

Florianópolis
2024

Andressa Martins

Desafios e Barreiras para Modelos de Negócios Fotovoltaicos no Brasil

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.
Orientador: Profa. Caroline Rodrigues Vaz, Dra.

Florianópolis
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Costa, Andressa Martins da
Desafios e Barreiras para Modelos de Negócios
Fotovoltaicos no Brasil / Andressa Martins da Costa ;
orientadora, Caroline Rodrigues Vaz, 2024.
142 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Modelos de Negócios. 3.
Sistemas Tecnológicos de Inovação. 4. Energia Solar
Fotovoltaica. 5. Engenharia de Produção. I. Vaz, Caroline
Rodrigues. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III.
Título.

Andressa Martins

Desafios e Barreiras para Modelos de Negócios Fotovoltaicos no Brasil

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Caroline Rodrigues Vaz
Universidade Federal de Santa Catarina

Antonio Cezar Bornia
Universidade Federal de Santa Catarina

Alexandre Borges Fagundes
Universidade do Estado de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre/doutor em Engenharia de Produção.

Profª. Lizandra Garcia Lupi Vergara, Dra.
Pós-Graduação

Profª. Caroline Rodrigues Vaz, Dra.
Orientador

Florianópolis, 11 de Junho de 2024

Este trabalho é dedicado à minha mãe, Cleuza Martins, grande incentivadora e maior exemplo de amor em minha vida, e à memória de meu pai, Amilton Oliveira da Costa.

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por ter me concedido forças para conclusão do mestrado. Diante de momentos e situações difíceis, apenas ele pode nos fortalecer e nos encher de esperança e vitória. Também gostaria de agradecer a minha mãe, Cleuza Martins, por estar sempre ao meu lado me direcionando e por confiar, acreditar e vibrar com minhas realizações, meu maior exemplo de força e garra. Aos meus avós Ilda Martins e Valdecir Antônio, por me apoiarem e estarem sempre ao meu lado, sem vocês nada faria sentido. Agradeço ao meu namorado Pedro Schmitt, por todo companherismo e positividade que sempre me passou, pela paciência e compreensão em dias e momentos difíceis.

Agradeço também a minha orientadora professora Caroline e ao meu coorientador professor Mauricio pela orientação e ensinamentos. Por todo incentivo diante das dificuldades e desafios, e por acreditarem em mim.

Agradeço também aos colegas do grupo SINERGIA, em especial Rafael, Tainara e Camila, por toda ajuda e paciência. Sempre dispostas e preocupados com meu bem-estar e meu trabalho. Também as minhas amigas Jaqueline, Emy e Jhullya, por me ouvirem em momentos em que eu não encontrava forças para continuar.

Por fim, mas não menos importante, a Universidade Federal de Santa Catarina e ao CNPq, como também a secretaria do PPGEP, pelas inúmeras ajudas e orientações.

“ Que a sua felicidade esteja no Senhor! Ele lhe dará o
que o seu coração deseja. ”
(Salmos, 37:4)

RESUMO

A energia solar fotovoltaica (FV) é uma importante fonte de energia renovável que vem ganhando notoriedade, sendo a utilização desta forma de matriz energética, benéfica para a sociedade e ao meio ambiente. O Brasil dispõe de um grande potencial para geração de energia fotovoltaica, graças à localização geográfica e média anual de irradiação solar, implementando ao mercado crescimento e, conseqüentemente, empresas em busca de maior competitividade. Por isso, devido à FV ainda possuir algumas barreiras e desafios para sua significativa inserção no Brasil, esta pesquisa tem como objetivo verificar como se apresenta o mercado para empresas fotovoltaicas no Brasil. A metodologia adotada nesse estudo foi a revisão de literatura estruturada utilizando o método Scientometric and Systematic Yielding Mapping Process (SYSMAP), como também coletado informações a respeito da tecnologia, através de entrevistas, com especialistas na área de energia solar fotovoltaica. Os resultados foram analisados e diagnosticados através das funções da lente teórica Sistemas Tecnológicos de Inovação, do inglês Technological Innovation Systems (TIS). A pesquisa procurou contribuir visando possibilidades e perspectivas para o mercado brasileiro, complementando os conceitos da literatura sobre modelos de negócios, quais os modelos existentes no país, seus desenvolvimentos, identificando fatores chaves para a sua expansão. Os resultados encontrados destacam a necessidade de uma abordagem integrada e colaborativa para superar os desafios e promover o crescimento sustentável da energia solar. Isso inclui parcerias entre empresas, instituições de pesquisa, governos e sociedade civil para impulsionar a inovação, reduzir custos, promover a capacitação profissional e desenvolver políticas públicas favoráveis. As entrevistas ofereceram uma visão abrangente das oportunidades e desafios associados à energia solar fotovoltaica, enfatizando a importância de uma abordagem holística e colaborativa para maximizar seu potencial como parte fundamental de uma transição energética sustentável.

Palavras-chave: Energia Solar Fotovoltaica; Modelos de Negócio; Empresas Instaladoras, Sistemas Tecnológicos de Inovação.

ABSTRACT

Photovoltaic solar energy (PV) is an important source of renewable energy that has been gaining notoriety, and the use of this form of energy matrix is beneficial for society and the environment. Brazil has a great potential for photovoltaic energy generation, thanks to its geographical location and annual average solar irradiation, bringing growth to the market and, consequently, companies looking for greater competitiveness. Therefore, because PV still has some barriers and challenges to its significant insertion in Brazil, this work aims to verify how the market is presented for photovoltaic companies in Brazil. The methodology adopted in this study was a structured literature review using the Scientometric and Systematic Yielding Mapping Process (SYSMAP) method, as well as collecting information regarding the technology, through a interviews, with experts in the field. of photovoltaic solar energy. The results were analyzed and diagnosed through the functions of the theoretical lens Technological Innovation Systems (TIS). The work sought to contribute by targeting possibilities and perspectives for the Brazilian market, complementing the concepts in the literature on business models, which models exist in the country, their developments, identifying key factors for their expansion. The results found highlight the need for an integrated and collaborative approach to overcome challenges and promote sustainable growth in solar energy. This includes partnerships between companies, research institutions, governments and civil society to drive innovation, reduce costs, promote professional training and develop favorable public policies. The interviews offered a comprehensive overview of the opportunities and challenges associated with solar photovoltaics, emphasizing the importance of a holistic and collaborative approach to maximizing its potential as a key part of a sustainable energy transition.

Keywords: Photovoltaic Solar Energy; Business Models; Installing Companies, Technological Innovation Systems.

LISTA DE FIGURAS

1.	Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo, nos principais países e no Brasil (GW).	17
2.	Projeções da geração total de eletricidade no Brasil	19
3.	Representação da irradiação média no Brasil.....	23
4.	Células Fotovoltaicas de silício cristalizado.	28
5.	Representação do funcionamento de uma célula fotovoltaica de silício cristalizado.	29
6.	Constituição de um módulo fotovoltaico de silício cristalizado	31
7.	Conexão de Módulos Fotovoltaicos em Série.	32
8.	Conexão de Módulos Fotovoltaicos em Paralelo.....	33
9.	Estação Meteorológica alimentada por energia solar.....	34
10.	Componentes de um Sistema Fotovoltaico Autônomo	35
11.	Constituição de um SFCR.	36
12.	Componentes de um Modelo de Negócios.	37
13.	Modelos de Negócios, Estratégia e Tática.	38
14.	Componentes do Quadro de Modelos de Negócios	39
15.	Evolução dos Modelos de Negócios	48
16.	Classificação dos Modelos de Negócios Fotovoltaicos.	54
17.	Esquema de Análise de TIS	55
18.	Modelo do método SYSMAP	55
19.	Busca realizada na base de dados Scopus.	57
20.	Busca realizada na base de dados Web Of Science	57
21.	Fases do método SYSMAP de acordo com a pesquisa.	58
22.	Janela do software EndNote.....	62
23.	Janela do software Excel.....	63
24.	Janela do software VOSviewer	64
25.	Janela do software ATLAS.ti	65
26.	Modelos de Negócios, Estratégia e Tática.....	72
27.	Tipos de atores.....	72
28.	Tipos de cargos.....	73
29.	Nuvem de palavras/entrevistas.....	101
30.	Treemap.....	102
31.	Diagrama sankey.....	105

32.	Rede da função Desenvolvimento e Difusão do Conhecimento.....	105
33.	Rede da função Direcionamento da Pesquisa.....	105
34.	Rede da função Formação de Mercado.....	106
35.	Rede da função Atividade Empreendedora.....	107
36.	Rede da função Criação de Legitimidade.....	109
37.	Rede da função Mobilização de Recursos.....	111
38.	Rede da função Desenvolvimento de Externalidades Positivas.....	113
39.	Produção científica anual.	92
40.	Journals mais frequentes.	92
41.	Autores mais produtivos.....	93
42.	Cluster de autores mais produtivos.....	94

LISTA DE TABELAS

1.	Composição da eficiência de diversas tecnologias existentes no mercado	30
2.	Características dos entrevistados	60
3.	Questões das entrevistas	61
4.	Principais dados encontrados na pesquisa.....	132
5.	Tipo de Documento e Frequência.....	132
6.	Número de Documentos por ano.....	133
7.	Ocorrências de Keyword.....	137

QUADROS

1. Classificação dos Modelos de Negócios Fotovoltaicos.....	40
2. Objetivos, Método e Etapas.....	53
3. Motivação, incentivos e desafios da tecnologia solar fotovoltaica.....	71

SUMÁRIO

1	Introdução	15
1.1	Definição do Problema.....	19
1.2	Objetivos.....	22
1.2.1	Objetivo Geral.....	22
1.2.2	Objetivos Específicos.....	22
1.3	Justificativa.....	23
1.4	Estrutura do Trabalho.....	26
2	Referencial Teórico	27
2.1	Energia Solar Fotovoltaica.....	27
2.1.1	Células Fotovoltaicas.....	28
2.1.2	Tipos de Células Fotovoltaicas.....	29
2.1.3	Módulos Fotovoltaicos.....	31
2.1.4	Sistemas Fotovoltaicos.....	33
2.2	Modelos de Negócios.....	35
2.2.1	Modelos de Negócios Fotovoltaicos.....	39
2.3	Teoria da Transições Sustentáveis.....	42
2.3.1	Transições Sócio-Técnicas.....	43
2.3.2	Sistema de Inovação Tecnológica (TIS).....	46
3	Metodologia	52
3.1	Classificação da Pesquisa.....	52
3.2	Materiais e Métodos.....	53
3.2.1	Revisão Estruturada.....	54
3.3	Etapas da Pesquisa.....	57
3.3.1	Etapa 1- Definição do problema e análise bibliográfica.....	58
3.3.2	Etapa 2- Definição de conceitos, hipóteses e métodos de pesquisa.....	58
3.3.3	Etapa 3- Definição do método de coleta de dados.....	59
3.3.4	Etapa 4- Coleta de dados.....	59
3.3.5	Etapa 5- Análise e interpretação dos dados coletados.....	61
3.3.6	Etapa 6- Discussão e conclusão de pesquisa.....	62
3.3.7	Análise de dados.....	62
4	Resultados e Discussões	67
4.1.1	Mapeamento dos Modelos de Negócios.....	67
4.1.2	Análise dos Fatores Reguladores e dos Desafios na Adoção e Crescimento Modelos de Negócios Fotovoltaicos no Brasil.....	68
4.1.3	Diagnóstico do TIS enfrentados pelos modelos de negócios fotovoltaicos no Brasil.....	100
4.1.4	Recomendações Estratégicas para superar Barreiras do setor Fotovoltaico no Brasil.....	114
	Referências	118
	APÊNDICE A	88

APÊNDICE B	
APÊNDICE C	

90
97

1 Introdução

A energia solar é considerada uma das fontes de energia limpa que se vale dos recursos naturais para abastecer a população com eletricidade. Além de ser renovável, essa forma de energia é sustentável e econômica, proporcionando não apenas um fornecimento limpo de eletricidade, mas também criando novas oportunidades de emprego no setor. Com isso, a energia solar não apenas contribui para um ambiente mais saudável, mas também impulsiona o crescimento econômico através da geração de empregos (Patrick, 2019).

Os benefícios da utilização da energia solar são inúmeros e notáveis. Entre eles, merecem destaque a economia, a sustentabilidade e o fato de ser uma forma de energia natural e renovável. Quando considerada a necessidade de reduzir os impactos ambientais que contribuem para o aumento das mudanças climáticas, a energia solar assume uma importância fundamental. Esse tema tem sido amplamente discutido com autoridades mundiais, devido à sua relevância em termos de preservação ambiental e sustentabilidade. Um dos principais objetivos da energia limpa é a redução da emissão de gases poluentes para o efeito estufa que podem trazer danos ao planeta (Solar, 2017).

Nas últimas décadas, a geração fotovoltaica (FV) tem sido uma das fontes que mais cresce em capacidade instalada no mundo, inclusive em grandes mercados como China, Japão, Índia e Estados Unidos (Ren21, 2017). Em 2023, registrou-se um grande aumento da capacidade instalada deste tipo de geração, como aponta a Figura 1 (Irena, 2023).

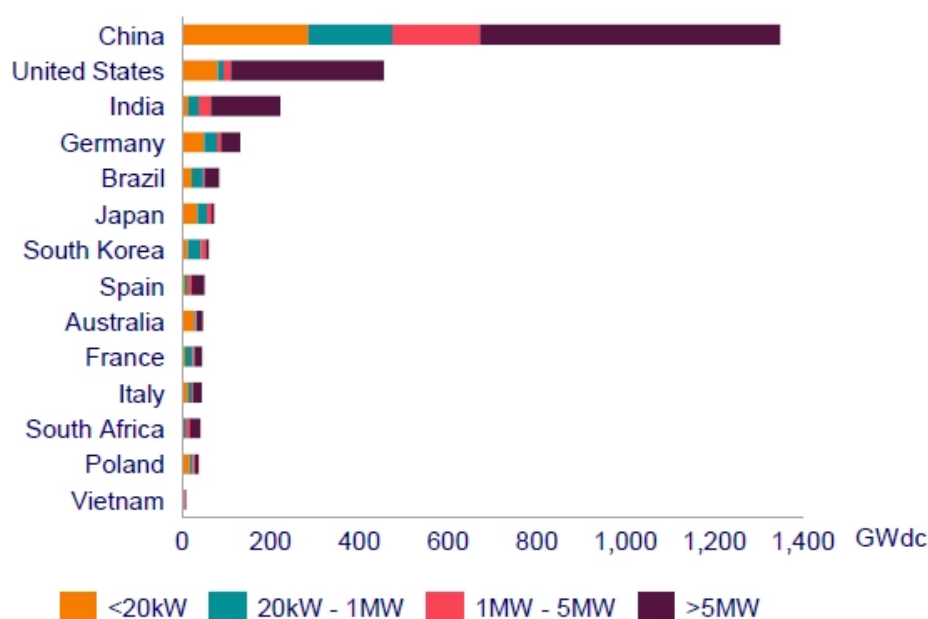
O mercado fotovoltaico mundial alcançou nas últimas décadas um crescimento exponencial. Recentemente, a China passou a liderar o mercado tanto do ponto de vista tecnológico quanto na implementação de metas internas de redução de emissão de CO₂. Esses e vários outros incentivos na indústria fotovoltaica alavancaram a fabricação, comercialização de equipamentos e componentes, além de incentivarem modelos regulatórios e políticas de comercialização da energia solar fotovoltaica.

O Brasil possui uma vasta gama de recursos naturais, sua localização geográfica e a grande extensão territorial também contribuem para a geração de energia a partir da energia solar (Aneel, 2017). Além de apresentar potencial em energia limpa, 72,3% da capacidade instalada de geração elétrica provém de fonte renovável, sendo a fonte hídrica como principal matriz energética (63,9%) (Energética, 2021). Todavia, é crescente e significativa a demanda interna de energia, devido à crise hídrica de 2014, aos longos períodos de estiagem e a outros fatores. Assim, o desenvolvimento por alternativas renováveis que supram a necessidade energética brasileira e contribuam para reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) são extremamente necessárias. O Brasil possui uma vasta gama de recursos naturais. Sua

localização geográfica e a grande extensão territorial também contribuem para a geração de energia a partir da energia solar (Aneel, 2017). Além de apresentar potencial em energia limpa, 72,3% da capacidade instalada de geração elétrica provém de fontes renováveis, sendo a fonte hídrica a principal matriz energética (63,9%) (Energética, 2021).

Todavia, a demanda interna de energia é crescente e significativa, devido à crise hídrica de 2014, aos longos períodos de estiagem e a outros fatores. Assim, o desenvolvimento de alternativas renováveis que supram a necessidade energética brasileira e contribuam para reduzir a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) é extremamente necessário.

Figura 1: Evolução da capacidade instalada de geração fotovoltaica no mundo (GW).



Fonte: Irena (2023).

Segundo o panorama da Absolar de janeiro de 2023 (Absolar, 2023), 98,50% da potência instalada na micro e minigeração distribuída no Brasil provém da energia solar fotovoltaica, tornando-se uma das fontes de energia mais adotadas no lockdown da pandemia do Coronavírus. Os maiores produtores de energia solar fotovoltaica são a China (1 GW), EUA (1 GW), Japão (1 GW), Alemanha (1 GW) e Índia (1 GW) (Absolar, 2020b). Em 2021, a participação da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira foi de 1,1%, totalizando 6,6 GWh de energia gerada, com um crescimento de 92,1% em relação a 2020 (Andrade, 2020; EPE, 2020a; IEA, 2020b).

Países como a Alemanha, a China, a Austrália, a Índia e os EUA foram verificados, analisando a influência ou impacto que exercem sobre o Brasil em relação à formulação de regulamentações para a geração de energia solar fotovoltaica. A Alemanha, devido ao seu pioneirismo na exploração da energia fotovoltaica, bem como sua experiência e

desenvolvimento político consolidados nessa área. A China, em virtude de seu rápido crescimento no mercado fotovoltaico e dos altos investimentos tecnológicos na fabricação e redução de custos dos componentes, o que tem tornado a tecnologia mais acessível. A Austrália, por possuir uma enorme capacidade energética latente, sendo o país com maior incidência solar no planeta, além de lidar com políticas internas de incentivo. A Índia, devido às suas semelhanças socioeconômicas e climáticas com o Brasil, bem como suas políticas públicas e investimentos voltados para a redução das emissões de CO₂. E, por fim, os EUA, que representam uma referência econômica mundial e têm realizado investimentos cada vez maiores em energias renováveis, por meio de alianças com diferentes setores econômicos (Rodrigues and Ferreira, 2020).

Os altos custos associados à produção de silício purificado para geração de energia solar levaram Esposito e Fuchs (2013) a sugerir o uso de outros materiais semicondutores, como filmes finos, células orgânicas e células multijunção. A expansão do uso da energia solar traz várias vantagens, conforme destacado pelos autores, incluindo a redução no consumo de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, essa expansão também promove a criação de empregos qualificados, o avanço tecnológico e a geração de valores ambientais, sociais e econômicos (Ottonelli et al., 2021).

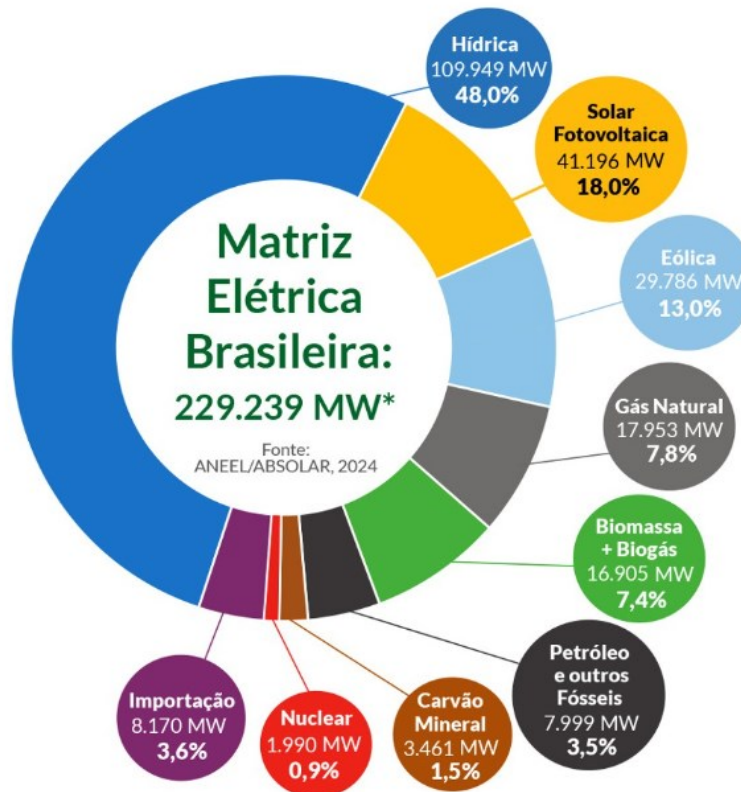
Desde o início dos leilões de energia solar em 2014 e a implementação da Resolução 482/2012 sobre energia distribuída, vários benefícios da energia solar foram destacados (Camargo, 2015). Esses benefícios incluem a diversificação da matriz elétrica brasileira, a redução do uso de usinas termoeletricas e das emissões de gases do efeito estufa, a geração de empregos, a diminuição da necessidade de construção de novas linhas de transmissão devido à produção local de energia e o aumento da segurança energética.

O Brasil possui grande potencial para o desenvolvimento da cadeia produtiva do setor solar, contudo ainda depende do esforço dos gestores públicos para que consigam efetivamente estabelecer e desenvolver a indústria fotovoltaica no País. O crescimento da FV surge com o decaimento nos preços da tecnologia. As células de silício, por exemplo, tiveram baixa nos preços em 2017. Outro fator que tem contribuído é o aumento nas tarifas de energia elétrica no Brasil, pois o consumidor industrial do Mercado Cativo, por exemplo, sofreu um aumento nos últimos anos. Houve o aperfeiçoamento da regulação do setor, com mudanças na legislação, permitindo o surgimento de diferentes tipos de modelos de negócios para geração FV (Miranda, 2019).

Em relação às perspectivas da fonte solar no Brasil, para projetos centralizados, o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2030 pressupõe crescimento da geração FV de 7 TWh em 2025 para 11 TWh, e em 2030 chegue a 21 TWh. E a solar distribuída e por autoprodução

aumento de 7 TWh para 22 TWh em 2025 e para 32 TWh em 2030 (MME/EPE, 2021). Observam as projeções da geração total de eletricidade no Brasil, na Figura 2.

Figura 2: Projeções da geração total de eletricidade no Brasil.



Fonte: Absolar (2023).

Quanto à geração distribuída, o referido Plano Decenal traçado para 2030 com potência instalada superior a 24,5 GW, necessita das regras adotadas na revisão do marco legal da GD e de alterações no modelo tarifário da baixa tensão, podendo estimar investimentos de grandeza entre 50 a 70 bilhões de reais. A perspectiva para 2030 é que sejam gerados entre 2,9 GW_{méd} (25,4 TWh) e 4,3 GW_{méd} (37,7 TWh) em MMGD (Bezerra, 2021).

A Irena (2019), analisa o futuro da energia fotovoltaica no mundo e sugere que em 2050 a energia proveniente do sol poderá atingir uma capacidade instalada total dezoito vezes maior do que a capacidade instalada de 2018, de 480 GW, sendo em torno de 60% da geração centralizada e os restantes 40% de geração distribuída, e mitigar 4,9 Gt de reduções de emissões de CO₂, representando 21% das reduções gerais de emissões do setor de energia necessárias para atender às metas climáticas de Paris (Neto et al., 2020).

A capacidade instalada da geração distribuída (GD) solar cresceu quase um Gigawatt (GW) nos dois primeiros meses do ano de 2023, atingindo 18 GW. Os dados foram divulgados, recentemente, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), e indicam um horizonte de crescimento dessa fonte no Brasil. O crescimento da GD é reflexo de políticas públicas de incentivo às fontes de energia renováveis

e da Micro e Mini Geração Distribuída, como a Lei nº 13.203/2015 e a Lei nº 14.300/2022. Considerada marco-legal da GD, esta última lei gerou uma “corrida” no setor, ao assegurar a isenção de parcela da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) até 2045 (MME, 2023).

Apesar da significativa inserção dessa tecnologia, existem algumas barreiras e desafios para muitas empresas que trabalham com a energia solar fotovoltaica. O Brasil ainda está caminhando para o desenvolvimento dessa energia (Ren21, 2017).

No Brasil, uma crítica forte às energias renováveis, em particular a fotovoltaica, envolve o alto custo de implementação. Os equipamentos que compõem os sistemas (módulos fotovoltaicos, banco de baterias, inversores e controladores de carga) são importados, o que implica em alto custo e pouca tecnologia nacional desenvolvida (Souza Costa, 2018). Muitos projetos de energia solar são elaborados no Brasil, porém, uma significativa parte acaba não sendo implementada devido ao alto investimento inicial.

Segundo estudo do WWF (2015), a grande dificuldade para a difusão da geração distribuída no Brasil consiste na dificuldade do consumidor em financiar a instalação (Thormann et al., 2017).

Com o objetivo de amenizar algumas barreiras para expansão da energia solar fotovoltaica, modelos de negócios foram criados para alcançar vantagem competitiva nesse nicho de mercado de fontes renováveis e para tornar a GD cada vez mais acessível à população.

Modelos de negócios deverão ser analisados e discutidos, para que seja possível reverter os desafios decorrentes das mudanças regulatórias, de modo a atender às necessidades dos diferentes agentes envolvidos e promover a inserção da energia solar fotovoltaica no sistema elétrico brasileiro. A difusão da tecnologia no planejamento energético baseia-se na forma como os consumidores interessados em produzir sua própria energia enxergarão as novas propostas de valores, em um novo cenário de compensação da energia.

1.1 Definição do Problema

A aceitação do cliente e as barreiras comportamentais às tecnologias de energia renovável significam um grande desafio para as empresas. As relações com os clientes desempenham, portanto, um papel essencial na construção de relações de confiança e de longo prazo (Horváth, 2018).

Segundo Rubin (2018), há quatro modelos de negócios para energia solar fotovoltaica (FV) existentes no Brasil: Turnkey (ou Aquisição); Compra Coletiva; Locação e Leasing. Os modelos podem ser classificados de acordo com a posse do sistema fotovoltaico, podendo ser remoto (Compra coletiva e Locação) ou local (Turnkey e Leasing) a geração (de Matos, 2021).

Cabe destacar que, por se tratar de um produto tecnológico e de mercado regulado pela

REN 482, todos os modelos possuem riscos comuns para o cliente e para a empresa e ainda possuem divergências, precisando ser analisados os pontos positivos e negativos de cada um. Transformações regulatórias e tributárias podem impactar o desempenho financeiro de projetos da tecnologia e, portanto, a sua atratividade. O incentivo para instalação de FV está atrelado à forma de compensação de energia. Alterações na regulação, como na forma de remuneração da energia compensada, podem diminuir a atratividade do investimento, principalmente para os modelos de compra coletiva e locação de lotes solares, que dependem do virtual net metering para creditar a energia a seus clientes.

Outros modelos apresentados na literatura se referem às distribuidoras como proprietárias dos ativos. Assim, outras empresas do mercado de energia FV e os próprios consumidores poderiam ser proprietários dos módulos fotovoltaicos e demais equipamentos. Um segundo modelo se refere às distribuidoras como financiadoras dos ativos, nele a distribuidora assume o papel de financiadora dos equipamentos para geração solar FV, sendo um modelo de operação em que o consumidor é proprietário dos ativos. O terceiro modelo refere-se à aquisição de energia solar fotovoltaica gerada por terceiros, no qual se fundamenta na contratação pelas distribuidoras de energia solar FV gerada por terceiros, via celebração de contratos bilaterais de longo prazo (Barros, 2014; Vilela, 2014).

O risco tecnológico e medidores de energia elétrica são problemas comuns enfrentados pelos três modelos. O alto custo inicial é o principal obstáculo que os clientes potenciais enfrentam pelo primeiro modelo. O problema do segundo modelo é o espaço insuficiente no teto. A alta tarifa de eletricidade nas horas de ponta é uma séria barreira para o terceiro modelo (Cai et al., 2019).

Embora o retorno sobre o investimento para FV esteja estimado em mais de 20%, diversos empecilhos acabam surgindo para os agentes do mercado. Como por exemplo, as incertezas sobre manutenção de incentivos, instabilidade de mercado e agressivo fluxo de caixa inicial que o projeto demanda, bem como as questões legais que regem o setor elétrico no país e o desconhecimento das possibilidades de negócio, tanto por parte dos investidores, quanto por parte dos clientes (Abinee et al., 2012).

Segundo Peroni e Santos et al. (2018), as principais barreiras de mercado encontradas na literatura e descritas para implementação da FV, podem ser as barreiras regulatórias, Sociais e Culturais, Institucionais, Ambientais, Econômicas e Políticas, Técnicas e Tecnológicas, Operador de sistemas e Mercado.

Por outro lado, Nascimento et al. (2020) trazem que as barreiras de mercado apresentadas para FV no âmbito internacional são observadas devido ao alto custo de geração, o baixo investimento em inovação tecnológica voltada para fabricação, a baixa difusão dos conceitos desta tecnologia nos aspectos econômico, ambiental e social para os consumidores também, ausência de linhas de créditos de financiamentos, o baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento são barreiras a serem vencidas pela geração distribuída fotovoltaica.

As barreiras para a adoção de estratégias de eficiência em recursos por parte das empresas

são institucionais, causadas por regulações, leis ou condições de investimento. Mercadológicas, condições de mercado, condição de cadeia de valor, custo de força de trabalho, energia ou materiais. Organizacionais, influenciadas por metas empresariais, rotinas, estruturas, faltas de recursos, falta de foco. Comportamentais, valores e atitudes de indivíduos dentro das empresas que culminam na falta de atenção, falta de informação, aversão a riscos ou percepção equivocada de controle. Tecnológicos, falta de tecnologia para o mercado, custo de tecnologia disponível, falta de conhecimento das empresas (Torres, 2019).

É perceptível a importância do estudo sobre os modelos de negócios para energia solar fotovoltaica, sendo necessário identificar quais modelos se aplicariam com melhor eficiência no cenário brasileiro, suas forças e fraquezas, oportunidades e ameaças, pois assim seria possível analisar cenários que identificam as diversas variáveis que influenciam e minimizam as barreiras apresentadas para FV. Como também contribuir com a crescente demanda elétrica, preocupações com a segurança energética e com as emissões dos gases que causam o efeito estufa e mudanças climáticas globais. Diante desse contexto, o trabalho traz a seguinte pergunta de pesquisa:

- Qual é o atual estado do mercado de empresas fotovoltaicas no Brasil, incluindo os principais desafios e barreiras enfrentados por essas empresas?

1.2 Objetivos

Na seção a seguir estão descritos o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as principais barreiras e desafios enfrentados por modelos de negócios para energia solar fotovoltaica no Brasil.

1.2.2 Objetivos Específicos

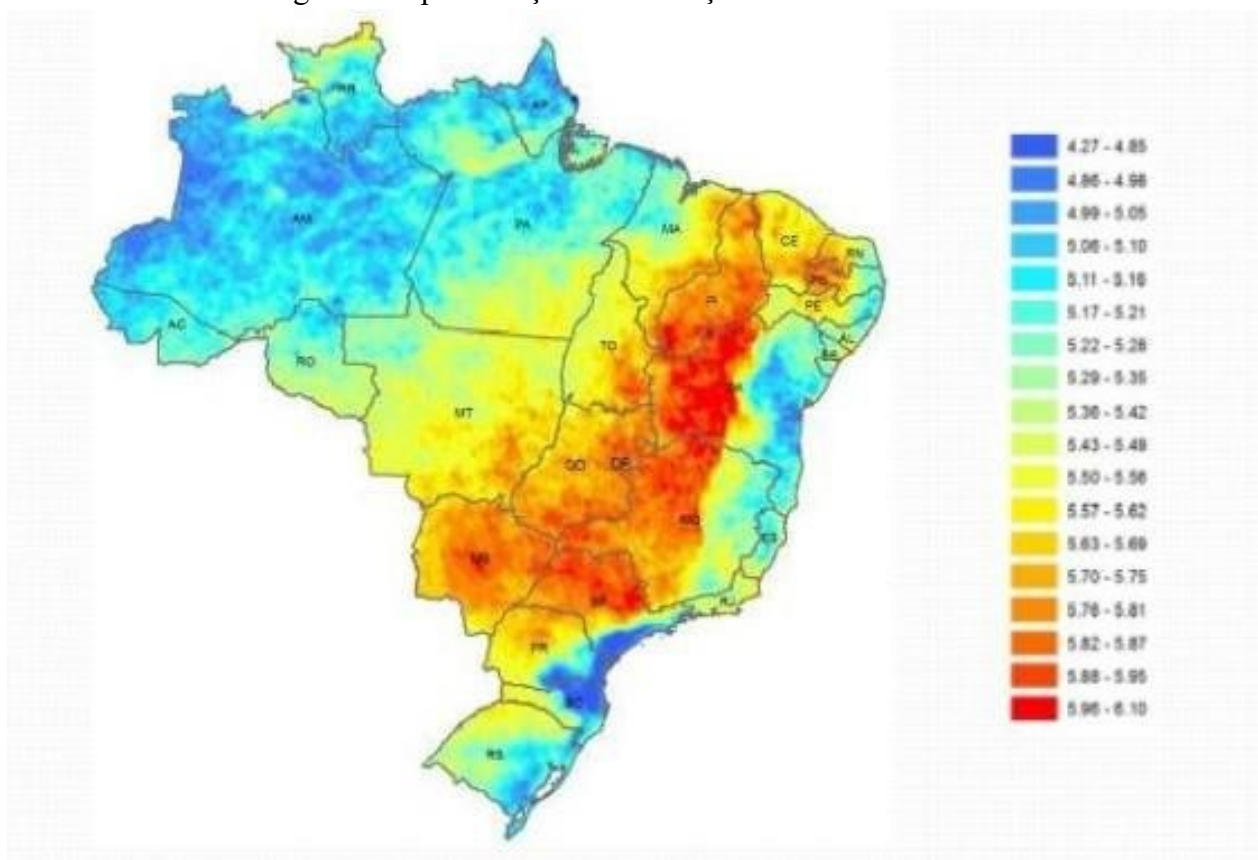
Os objetivos específicos para resultar no cumprimento do objetivo geral são:

- Mapear os modelos de negócios existentes para energia solar fotovoltaica no Brasil;
- Analisar os fatores regulatórios e econômicos que influenciam a adoção e o crescimento dos modelos de negócios fotovoltaicos das empresas no Brasil;
- Avaliar os desafios enfrentados pelos modelos de negócios fotovoltaicos no Brasil;
- Propor recomendações estratégicas para superar barreiras do setor fotovoltaico no Brasil.

1.3 Justificativa

O Brasil apresenta um grande potencial para geração solar. Sua vasta gama de recursos naturais, sua localização geográfica e a grande extensão territorial, também contribuem para a geração de energia a partir da energia solar. A quantidade de energia produzida por fonte solar depende da insolação do local onde o sistema fotovoltaico será instalado. As regiões Nordeste e Centro-Oeste são as que possuem o maior potencial de aproveitamento de energia solar, como mostrado na Figura 3. A Resolução normativa nº 687 permite empreendimento com várias unidades consumidoras, a geração compartilhada e o autoconsumo remoto, viabilizando o aproveitamento desse potencial, em termos de geração distribuída (Miranda, 2019; Vilela and Silva 2017).

Figura 3: Representação da irradiação média no Brasil.



Fonte: Cogen/Aneel (2012).

Os sistemas fotovoltaicos têm se mostrado excelente solução para o setor elétrico, porém, a falta de conhecimento tecnológico e os desafios e barreiras apresentados fazem com que a inserção acentuada dessa matriz seja prejudicada (Souza Costa, 2018).

No Brasil, a WWF-Brasil (2015) menciona a necessidade de uma política de governo na qual haja o desenvolvimento do setor fotovoltaico no país, como a isenção fiscal e tributária

ao setor FV de produção de células e módulos fotovoltaicos, como também aos equipamentos envolvidos na produção desta tecnologia, além da necessidade de incentivos financeiros para as empresas do setor. Outro fator importante apontado é a carência de linhas de financiamento para o consumidor para a aquisição dos sistemas, além de uma maior divulgação dos benefícios desta fonte de geração de energia renovável (Elgamal, 2016).

Apesar da grande capacidade produtiva FV no Brasil, a difusão de energia solar fotovoltaica em grande escala está progredindo de uma forma mais lenta em relação a outros países, a falta de legislações responsáveis para a inserção dessa fonte energética, a falta de apoio governamental e baixo desenvolvimento de conhecimento de P&D não trazem avanço para o setor e consequente a inserção de uma indústria de produção de painéis solares no país (Souza Costa, 2018). Todos os incentivos às fontes de energias renováveis são fundamentais, pois possuem um papel importante na redução das emissões de carbono e na criação de um ambiente sustentável. As atribuições dos modelos de negócios têm reconhecimento na condução de transições sustentáveis.

Neste contexto, faz-se necessário o estudo a respeito dos modelos de negócios fotovoltaicos que estão sendo implementados ou já são aderidos por empresas no Brasil. A importância dos modelos de negócios é determinada por sua capacidade de comercializar tecnologia e impor regras a diferentes atores. Eles possuem capacidade de estruturarem as atividades de nichos e permitem a criação de valor de uma tecnologia. A avaliação de modelos de negócios adotados pelas empresas se faz necessária, entendendo seus principais problemas e dificuldades apresentadas. Assim, poder-se-á analisar quais modelos se sobressaem diante das oportunidades e barreiras do mercado FV, frente às políticas públicas e contexto regulatório do país (Barros, 2014).

Outro ponto atrativo em relação à avaliação desses modelos de negócios fotovoltaicos é que suas atribuições têm reconhecimento na condução de transições sustentáveis. Uma abordagem significativa para obter vantagem competitiva e melhorar a sustentabilidade é passar a usar novos modelos de negócios inovadores (Elmustapha, 2020).

Os incentivos de energia limpa fornecidos pelos governos, como a energia solar fotovoltaica, criam oportunidades para novos modelos de negócios, como também reformulações e novas adaptações para modelos existentes. O surgimento e aperfeiçoamento de modelos de negócios para solar fotovoltaica (FV) surgem como uma oportunidade de acesso aos benefícios da geração FV, desfazendo os riscos e o investimento inicial aplicado (Costa and dos Santos, 2017; Miranda, 2019).

Uma das lentes teóricas que podem auxiliar na verificação e evolução desses modelos são os Sistemas Tecnológicos de Inovação (TIS). O TIS está sendo usado para descrever quais

as funções estão evoluídas, assim como quais barreiras e desafios ainda são apresentados para essa tecnologia no Brasil.

Os estudos relacionados a transformações no setor energético têm sido realizados por diversos campos de pesquisa, entre eles, os estudos de transição para sustentabilidade. Os estudos de transição para sustentabilidade têm como objetivo entender as transições históricas e, mediante os resultados encontrados, estimular o processo de transição rumo à sustentabilidade. E emergem de uma interseção entre os estudos de ciência e tecnologia, economia evolucionária, inovação, história da tecnologia e sociologia (Markard, 2018; Markard et al., 2012).

Segundo Loorbach (2007), os estudos de transição têm recebido reconhecimento da “necessidade e possibilidade em realizar transições mais fundamentais, em vez de seguir gradualmente processos para alcançar o desenvolvimento sustentável”. Os estudos de transição para sustentabilidade possuem abrangência internacional e estão presentes em pesquisas básicas e aplicadas.

Diante disso, a importância do trabalho consiste em gerar conhecimento sobre os modelos de negócios utilizados por empresas no Brasil, evidenciando os desafios, barreiras e oportunidades encontradas no setor FV, assim como estudar quais modelos melhor poderiam amenizar as barreiras apresentadas. Como também retratando o mercado para FV no Brasil, o que essas empresas estão fazendo para se diferenciar, como são reguladas, quais os modelos de negócios direcionados a elas.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em 5 capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, no qual abrangem a contextualização do tema (Seção 1.1), problemática (Seção 1.2), objetivos (Seção 1.3), e justificativa (Seção 1.4).

O Capítulo 2 apresenta o Referencial Teórico, abordando a energia solar fotovoltaica (Seção 2.1), em seguida um tópico referente aos modelos de negócios (Seção 2.2), e por fim as teorias das transições sociotécnicas (Seção 2.3).

O Capítulo 3 abrange os procedimentos metodológicos, e a classificação da pesquisa (Seção 3.1). É apresentando também a revisão, detalhando o método de SYSMAP (Seção 3.2).

Os resultados e discussão do trabalho são apresentados no capítulo 4 e, por fim, o capítulo 5 abrange as considerações finais do trabalho e as recomendações futuras.

2 Referencial Teórico

Este capítulo aborda o Referencial Teórico necessário para o desenvolvimento do trabalho. Sendo eles: (2.1) Energia Solar Fotovoltaica; (2.2) Modelos de Negócios e (2.3) Teoria das transições sócio-técnicas.

2.1 Energia Solar Fotovoltaica

Em se tratando de energias renováveis, o Sol fornece energia na forma de radiação e calor que podem ser convertidas em energia elétrica. Uma das possíveis formas de conversão da radiação solar em energia elétrica é conseguida através do efeito fotovoltaico que ocorre em dispositivos conhecidos como células fotovoltaicas. Estas células convertem diretamente a radiação solar em eletricidade. São materiais semicondutores, sendo o silício o mais empregado (Cresceb, 2016).

A radiação solar recebida anualmente pela Terra é de 1×10^{18} . Para ter noção desse valor, ele seria equivalente a centenas de milhões de vezes maior que a geração da usina de Itaipu (Figueira, 2014).

O fenômeno por trás da tecnologia fotovoltaica é o efeito fotovoltaico, observado pela primeira vez pelo físico francês Alexandre Edmond Becquerel em 1839. Os fótons, que compõem a luz solar, contêm diferentes quantidades de energia que correspondem aos diferentes comprimentos de onda do espectro solar. Quando os fótons atingem uma célula fotovoltaica, eles podem ser refletidos ou absorvidos ou podem passar através deles. Os fótons absorvidos geram eletricidade (Kittel, 2006).

A energia de um fóton é transferida para um elétron em um átomo do dispositivo semicondutor. Com sua energia recém-descoberta, o elétron é capaz de escapar de sua posição normal associada a um único átomo no semicondutor para se tornar parte da corrente em um circuito elétrico. Propriedades elétricas especiais da célula fotovoltaica - um campo elétrico embutido fornece a tensão necessária para conduzir a corrente através de uma carga externa (Kittel, 2006).

Para melhor entendimento, na próxima seção, discute-se especificamente sobre as células fotovoltaicas.

2.1.1 Células Fotovoltaicas

No ano de 1839 ocorreram os primeiros estudos com dispositivos fotovoltaicos através das descobertas de Becquerel. Ele descobriu que há o aparecimento de uma tensão

elétrica resultante da ação da luz sobre um eletrodo metálico imerso em uma solução química. Posteriormente, este fenômeno passou a ser estudado por outros cientistas, o que levou ao desenvolvimento das células fotovoltaicas que, inicialmente, possuíam eficiências muito pequenas (Souza and Neto, 2016).

As células fotovoltaicas tiveram um grande desenvolvimento entre as décadas de 1970 e 1990, impulsionadas pela indústria aeroespacial. Com isso, essa tecnologia ganhou força para aplicações envolvendo geração de energia elétrica em âmbito terrestre (Vil, Souza and Neto, 2016).

Atualmente, as células de silício cristalizado são as mais empregadas no mercado fotovoltaico devido ao conhecimento tecnológico desenvolvido sobre esse material e à sua disponibilidade para ser encontrado na natureza. A célula solar fotovoltaica é composta de uma lâmina de silício purificado dopada, ao mesmo tempo, com boro e fósforo, esta representada na Figura 4. A parte dopada com fósforo do tipo-N corresponde ao lado da célula exposto ao sol. Já a parte dopada com boro do tipo-P corresponde ao lado inferior da célula traseira (Halls et al., 1995; Solar 2017).

Figura 4: Células Fotovoltaicas de silício cristalizado.

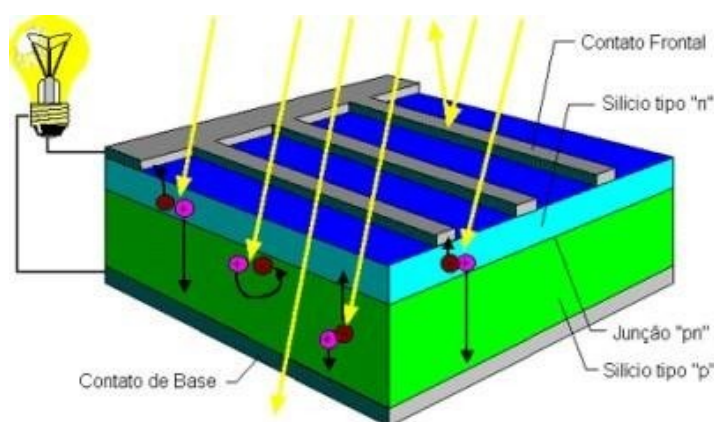


Fonte: Suniva (2017).

Células fotovoltaicas de diferentes processos (silício amorfo, CIS/CIGS, CdTe) possuem eficiências diferentes e trabalham em espectros diferentes da radiação solar, além de terem comportamentos diferentes com o aumento da temperatura, fazendo com que sejam apropriadas a determinados tipos de instalações fotovoltaicas (Mello e Biasi, 1975; Solar, 2017).

Ao receberem fótons de luz visível, os elétrons da placa fotovoltaica são energizados, porém, não conseguem saltar da camada tipo “n” para a camada de silício tipo “p”, como mostra a Figura 5. Se ligarmos as duas camadas externamente, é produzida uma corrente elétrica devido à passagem dos elétrons (Peroza et al., 2015; Solar, 2017).

Figura 5: Representação do funcionamento de uma célula fotovoltaica de silício cristalizado.



Fonte: Solar (2017).

Dentre os componentes necessários para a instalação e funcionamento do sistema de painéis solares, estão, além dos módulos (painéis), os inversores, os quais são capazes de converter a corrente contínua dos módulos em corrente alternada com tensão e potência na desejada, as baterias, necessárias para as redes que não estão conectadas na rede da distribuidora, e controladores de carga, importantes para evitar danos ao sobrecarregar as baterias, controlando o fluxo de energia sendo transferido dos módulos para as baterias (Souza Costa, 2018).

Na próxima seção, discute-se especificamente sobre os tipos de células fotovoltaicas.

2.1.2 Tipos de Células Fotovoltaicas

Atualmente, o mercado dispõe de diversas tecnologias de células e módulos fotovoltaicos. As tecnologias de silício monocristalino e a de silício policristalino são as que comercialmente estão disponíveis em maior número. O Brasil é um dos principais produtores de silício, que é extraído do mineral quartzo. O silício extraído passa por determinados processos de purificação, para ser utilizado na construção de células fotovoltaicas (Vil, 2016).

As células fotovoltaicas de silício monocristalino são as que alcançam maior eficiência em relação a esta tecnologia. Alcançando uma eficiência que varia de 15% a 18% e devido a isso o seu custo de produção é mais elevado. Para alcançar o grau solar, o silício puro é aquecido em altas temperaturas e submetido a um processo de formação de cristais denominado de método de Czochralski. O resultado deste processo é um lingote de silício monocristalino, constituído por um aspecto uniforme e brilhante. Que posteriormente está pronto para receber a dopagem de impurezas necessárias para a produção de células fotovoltaicas (Cambridge; Shayani, 2006).

O silício policristalino utiliza uma tecnologia de silício menos uniforme do que a

tecnologia descrita anteriormente. É o tipo mais comum encontrado no mercado, sendo mais barato que o silício monocristalino e isso se dá ao processo de purificação. Que é mais barato e utiliza menos energia. Neste tipo de processo, o lingote de silício é formado por pequenos cristais que possuem tamanhos e orientações diferentes. E que posteriormente são utilizados para a produção de células fotovoltaicas. As células policristalinas possuem um aspecto heterogêneo, observando a presença de manchas por toda a sua coloração. Com eficiência variando de 13% a 15%, menor que as células monocrystalinas. Justificando o seu baixo custo (Serodio, 2009; Shayani, 2006).

Este tipo de tecnologia surgiu após a tecnologia de silício cristalino. Os dispositivos de filmes finos são produzidos pela deposição de finas camadas de silício e outros materiais sobre uma base. O processo de produção permite que uma pequena quantidade de material seja utilizada para a produção de módulos, consumindo menos matéria-prima e menos energia. Os dispositivos de filmes finos são produzidos em qualquer dimensão, porém possuem baixa eficiência e necessitam de uma área maior para produzir a mesma quantidade de energia que as células de silício cristalizado (Vil; Santos, 2016).

As tecnologias de filmes finos conhecidas são a de silício amorfo, silício microcristalino, tecnologia de telureto de cádmio (CdTe) e a tecnologia de CIGS (cobre-índio-gálio-selênio). Em que as duas últimas são as mais eficientes encontradas no mercado. Estudos apontam que existem vantagens e desvantagens para o uso de dispositivos de filmes finos. Eles podem utilizar um maior aproveitamento da luz solar em baixos níveis de radiação, porém sofrem uma degradação mais acelerada do que as células de dispositivos cristalinos. Além de possuírem uma baixa eficiência (Vian et al., 2016).

A Tabela 1 mostra a comparação da eficiência das diversas tecnologias de células fotovoltaicas. Pode-se perceber que as células de silício monocristalino e policristalino são as que possuem maior eficiência de conversão, tanto em laboratório como comercialmente.

Tabela 1: Composição da eficiência de diversas tecnologias existentes no mercado.

Material	Eficiência		
	Máxima Teórica	Em Laboratório	Produção em Série
Silício Mono	24,7%	18%	14%
Silício Poli	19,8%	15%	13%
Silício Amorfo	15%	10,5%	7,5%
CIGS	18,8%	14%	10%
CdTe	16,4%	10%	9%

Fonte: Solar (2017).

Na próxima seção, discute-se especificamente sobre os módulos fotovoltaicos.

2.1.3 Módulos Fotovoltaicos

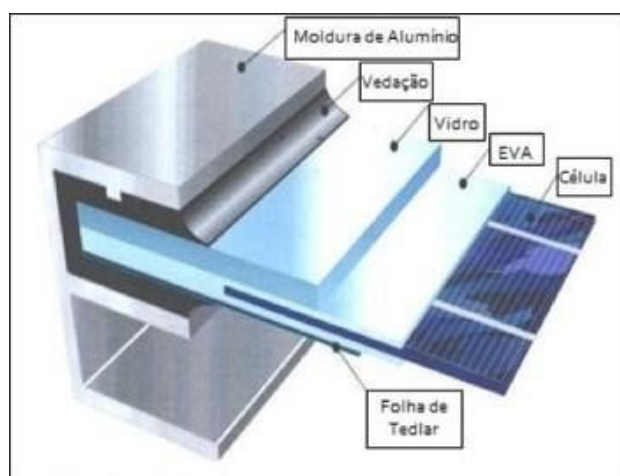
Uma célula fotovoltaica gera energia insuficiente para alimentar determinadas cargas. Devido a isso, elas são associadas eletricamente a fim de proporcionar uma tensão de saída maior. Um módulo fotovoltaico é formado através da associação elétrica de células fotovoltaicas (Pinto, 2015).

O tamanho de um módulo fotovoltaico varia de acordo com a sua construção. Na maioria das vezes, as células fotovoltaicas são conectadas em série para produzir tensões maiores (Vasconcelos et al., 2018).

A Figura 6 mostra a constituição de um módulo fotovoltaico de silício cristalizado. Cada componente possui uma função específica, a fim de garantir a robustez mecânica e a vedação do módulo. Os módulos fotovoltaicos disponíveis comercialmente são padronizados em relação ao seu tamanho e fixação, independentemente da sua tecnologia. Isso acontece com o intuito de facilitar a integração dos mesmos em diferentes locais de instalação (Pinto, 2015; Ramos, 2006).

A maioria dos módulos fotovoltaicos possui uma faixa de temperatura de operação que varia de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. A tecnologia utilizada influencia na área de instalação destinada a oferecer determinada quantidade de energia. Um módulo de silício amorfo necessita de aproximadamente o dobro do tamanho de um módulo constituído de células de silício cristalizado. Para módulos de silício cristalizado, são necessários cerca de 10 m^2 para cada quilowatt-pico instalado (Malvino, 2011; Pinto, 2015).

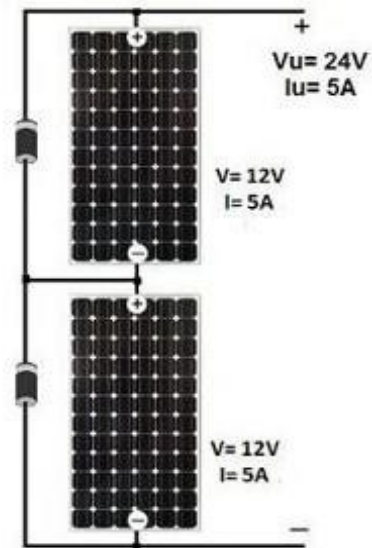
Figura 6: Constituição de um módulo fotovoltaico de silício cristalizado.



Fonte: Sustentável&Cia (2021).

As características elétricas influenciam diretamente nas características mecânicas de um módulo fotovoltaico, pois a quantidade de células associadas eletricamente determina a potência de trabalho e, conseqüentemente, o tamanho do módulo. Uma célula fotovoltaica de silício cristalizado gera uma tensão de aproximadamente 0,5 V, independentemente do seu tamanho, e uma corrente elétrica de 30 mA por cm^2 . Quanto maior a célula, maiores serão a potência e a corrente elétrica geradas por um módulo fotovoltaico (Malvino, 2011; Souza e Neto, 2016). A Figura 7 representa a conexão de módulos em série.

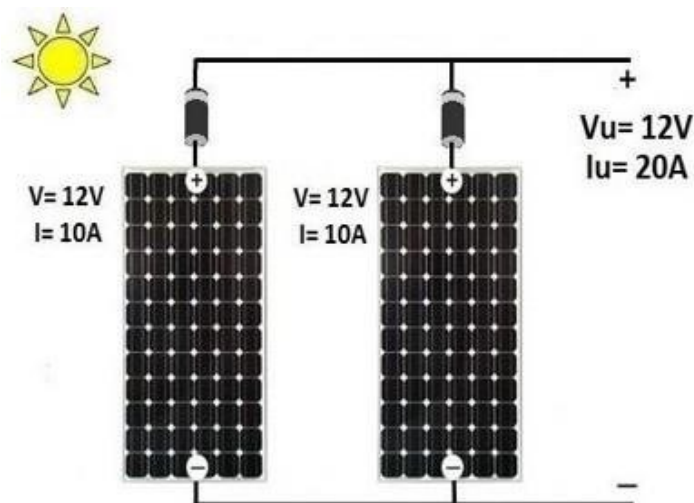
Figura 7: Conexão de Módulos Fotovoltaicos em Série.



Fonte: MppSolar (2019).

Quando a conexão dos módulos acontece em paralelo, como representado na Figura 8, a tensão de saída do conjunto permanece constante e a corrente individual de cada módulo fotovoltaico é somada, conforme Figura 8 (Hecktheuer, 2001).

Figura 8: Conexão de Módulos Fotovoltaicos em Paralelo.



Fonte: MppSolar (2019).

Na próxima seção, discute-se especificamente sobre os sistemas fotovoltaicos.

2.1.4 Sistemas Fotovoltaicos

Um sistema fotovoltaico é um conjunto de componentes que tem como finalidade a geração de eletricidade proveniente da radiação solar. Estes podem ser instalados em diversas localidades, de acordo com a aplicação em que os mesmos serão utilizados. São classificados através da forma que a energia é entregue a carga que será alimentada, podendo ser denominados como Sistemas Fotovoltaicos Autônomos ou Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (Benedito, 2009; Zilles et al., 2016).

Os sistemas autônomos são utilizados em locais que não são atendidos por uma rede de distribuição de energia. Fornecendo eletricidade para zonas rurais e aplicações de uso remoto (Zilles et al., 2016).

A Figura 9 mostra um exemplo de utilização de sistemas fotovoltaicos para a alimentação de uma estação meteorológica. O emprego desta forma de geração de energia não produz ruído e exige pouca manutenção.

Um sistema fotovoltaico autônomo é constituído por módulos fotovoltaicos, controlador de carga, banco de baterias e conforme a aplicação um inversor de frequência (Vil, 2016).

Figura 9: Estação Meteorológica alimentada por energia solar.



Fonte: Gomes (2020).

A Figura 10 apresenta os componentes da tecnologia, cada um com uma função específica a fim de fornecer energia a uma determinada carga. Os módulos fotovoltaicos

produzem energia na forma de corrente e tensão contínua. Em algumas aplicações necessita-se converter a energia produzida em tensão e corrente alternada, atribuição que é competida ao inversor autônomo (Malvino, 2011; Zilles et al., 2016).

Figura 10: Componentes de um Sistema Fotovoltaico Autônomo.



Fonte: Matheus (2015).

O banco de baterias é utilizado para armazenar a energia produzida pelos módulos fotovoltaicos, formando uma unidade de armazenamento que alimenta as cargas durante os períodos em que não há radiação solar. O gerenciamento da carga e descarga no banco de baterias é realizado pelo Controlador de carga. O uso desse componente é essencial para o aumento da vida útil de uma bateria e para a maximização da produção de energia (Motta, 2017).

Os sistemas fotovoltaicos conectados às redes (SFCR) são instalados em locais atendidos por uma rede de distribuição de energia elétrica e devido a isso necessitam trabalhar em sincronismo com a mesma. A energia gerada por um SFCR é injetada diretamente no sistema de distribuição, a fim de atender as necessidades de consumo local onde o sistema está instalado (Souza and Neto, 2016).

O Brasil possui regulamentação própria para a instalação de um SFCR, através das resoluções normativas RN-482/2012 e RN-687/2015, publicadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica. As resoluções normativas permitiram que os brasileiros gerassem a sua própria energia através de fontes renováveis (Solar, 2017).

A forma mais comum de instalação de um SFCR é aquela que ocorre nos telhados de residências ou comércios, aproveitando a sua estrutura e se integrando a estas edificações (Souza and Neto, 2016). A Figura 11 mostra a constituição mais comum encontrada em um SFCR.

Figura 11: Constituição de um SRCR.



Fonte: Solar (2021).

Os componentes principais de um SFCR são os painéis fotovoltaicos e o inversor interativo. Os painéis fotovoltaicos necessitam ser dimensionados da melhor forma possível, na intenção de gerar energia suficiente para alimentar as cargas elétricas em uma unidade consumidora. Para que o dimensionamento correto ocorra, levam-se em conta o local onde os painéis serão instalados e a radiação solar recebida (Souza and Neto, 2016).

O inversor interativo é o principal componente de um sistema fotovoltaico conectado à rede, pois ele fornece tensão e corrente alternada na saída dos seus terminais. Convertendo a energia gerada pelos painéis da forma contínua para alternada (Bar, 2016).

As variáveis de tensão e corrente precisam trabalhar em paralelismo com os padrões de funcionamento da rede em que o SFCR está conectado, já que toda a energia gerada é injetada na mesma e computada pelo medidor bidirecional. O papel do inversor é crucial para o funcionamento deste tipo de sistema (Tonon, 2016).

Como o foco deste trabalho está nos modelos de negócios dos painéis fotovoltaicos, no próximo tópico, discute-se especificamente sobre os modelos de negócios.

2.2 Modelos de Negócios

Os modelos de negócios se referem ao comportamento econômico da empresa, como a lógica da geração de lucros. Fatores referentes às fontes de receita, metodologias de precificação, estruturas de custos, margens e volumes esperados (Miranda, 2019).

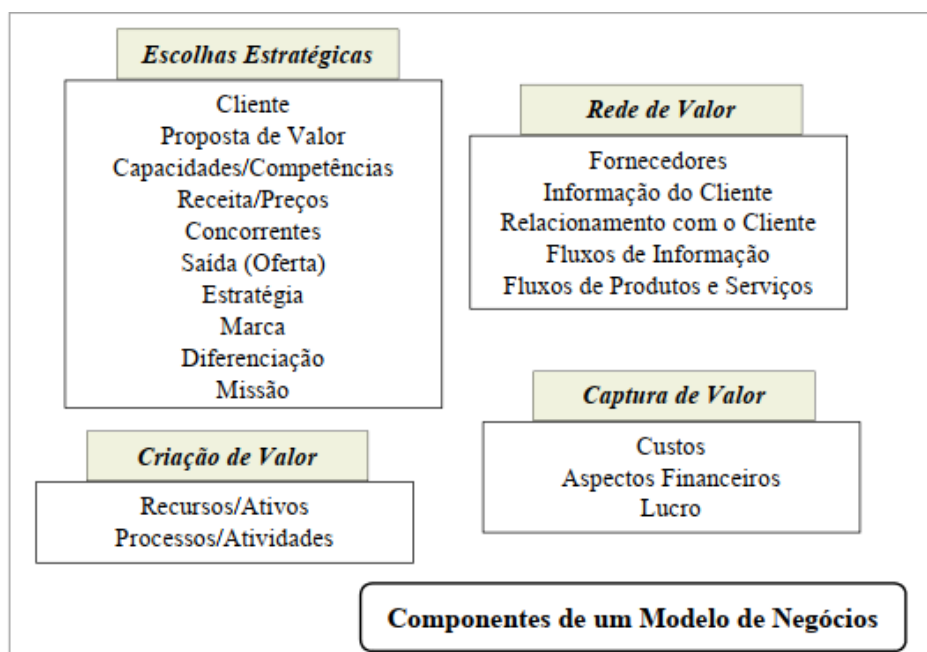
Também pode ser definido como um método onde uma determinada empresa tenta capturar o valor de seu negócio. Pode ser relacionado a aspectos como, por exemplo, o ato de fazer e distribuir, avaliar ou anunciar seus produtos. Em relação a como uma empresa seleciona seus clientes, o modelo de negócios pode se diferenciar em ofertas, definir as tarefas que

executará, configurar seus recursos, criando utilidade para clientes e retornos (Miranda, 2019; Slackerelli, 2017).

Dentro do modelo de negócios, outro fator importante é a proposta de valor, referindo-se à argumentação apresentada pelo vendedor para a compra de seu produto ou serviço em particular, sustentando o valor que o mesmo oferece aos clientes (Miranda, 2019).

Shafer et al. (2005) classificam “negócio” com a criação de valor e a conquista de retornos, e “modelo”, seria uma representação da realidade. Devido às diversas definições de modelos de negócios, buscando uma melhor interpretação, os autores compilam os principais componentes dos modelos de negócios, a partir de suas pesquisas realizadas. Assim, o conceito elaborado por Shafer et al. (2005), comporta-se em 4 elementos principais, que definem um modelo de negócios como a representação da lógica e das escolhas estratégicas de uma empresa. Podemos observar essa representação na Figura 12.

Figura 12: Componentes de um Modelo de Negócios.



Fonte: Vilela and Silva (2017).

Casadesus-Masanell Ricart (2009) apresenta em seu trabalho, uma forma de distinção e relação entre os modelos de negócios, estratégia e tática, representado na Figura 13.

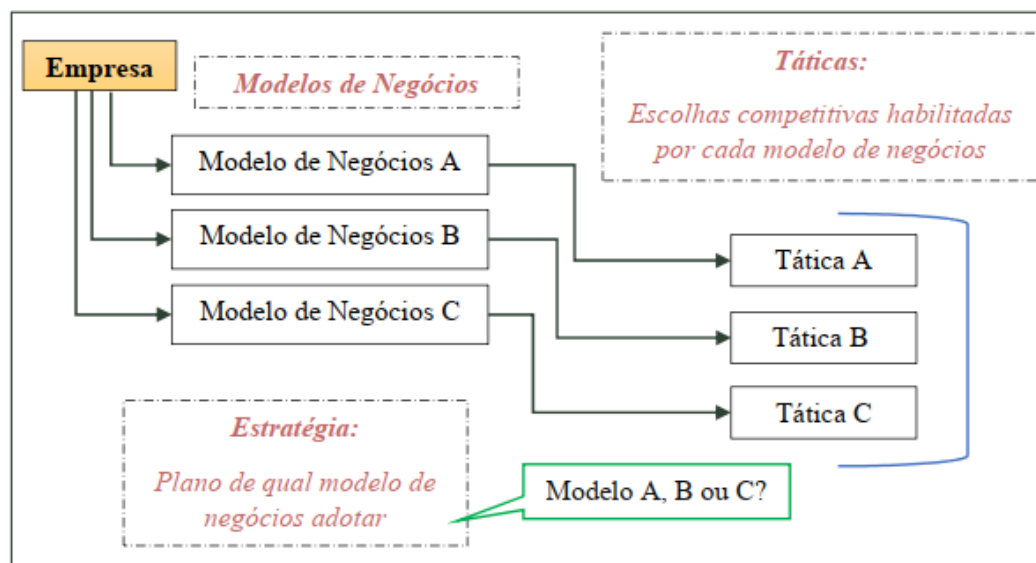
Um modelo de negócios é a lógica da empresa, como ela opera e como ela cria valor para os seus stakeholders (partes interessadas). A estratégia, geralmente, é definida como um plano de ação, elaborado para conquistar um determinado objetivo. Para os autores, a estratégia é um plano de contingência de ação, auxiliando na melhor escolha de modelo de negócios. Escolher um modelo de negócio, reflete também em escolher um modo particular de competir (Vilela, 2014).

Encontrar um conceito de fácil aplicação, descrição, compreensão e que facilite a

discussão, foi a proposta feita por Osterwalder e Pigneur (2011), onde identificaram quatro pilares (ou áreas) básicos que compõem os modelos de negócios. O primeiro se refere aos “Produtos” (ou Proposta de Valor), correspondendo aos produtos ou serviços oferecidos por uma organização que cria valor para o cliente, satisfazendo suas necessidades. O segundo aos “Clientes”, no qual retrata o público alvo da organização, como ela se relaciona com os clientes e entrega os produtos e serviços. Em seguida aparece a “Infraestrutura”, com intuito de promover a proposta de valor, incluindo os seus ativos, recursos humanos e principais parcerias. E por último, a “Viabilidade Financeira”, apresentando-se como protótipo de receita da organização e estrutura de custos, para sustentabilidade dos negócios (Campos, 2020).

Assim, estabelecem e definem componentes, que juntos, formam o “quadro de modelo de negócios”, apresentados na Figura 14. De forma simples, um modelo de negócios descreve a lógica de criação, entrega e captura de valor por parte de uma organização. Os autores também mencionam que um modelo de negócios é mais bem descrito através de seus componentes, os quais devem contemplar quatro áreas principais: clientes, oferta, infraestrutura e viabilidade financeira (Campos, 2020; Vilela, 2014).

Figura 13: Modelos de Negócios, Estratégia e Tática.



Fonte: Vilela and Silva (2017).

A ferramenta “Quadro de Modelo de Negócios” é essencial para definir o modelo de negócios. O “Segmento de Clientes” é o primeiro componente, destacando os clientes como a essência do negócio. A “Proposta de Valor” segue, identificando o valor entregue ao cliente, os problemas resolvidos e as necessidades atendidas. Os “Canais” de comunicação, distribuição e venda conectam a empresa ao cliente, focando em custo-benefício e funcionalidade. O “Relacionamento com o Cliente” envolve a experiência geral do cliente e o custo de cada tipo de relacionamento. As “Fontes de Receita” permitem à empresa gerar receita de diversas

formas. Os "Recursos Principais" incluem todos os recursos necessários para criar e oferecer produtos e serviços. As "Atividades-Chave" são ações essenciais para o sucesso da empresa. As "Parcerias Principais" otimizam o trabalho, reduzem riscos e adquirem recursos. A "Estrutura de Custos" descreve os custos mais significativos, resultando em um modelo de negócios mais preciso (Vilela, 2014).

Figura 14: Componentes do Quadro de Modelos de Negócios.

<p>Segmentos de Clientes: Define os diferentes grupos de pessoas ou organizações, que uma empresa busca alcançar e servir.</p>
<p>Proposta de Valor: Descreve o pacote de produtos e serviços, que criam valor para um segmento de cliente específico.</p>
<p>Canais: Descreve com uma empresa se comunica e alcança seus segmentos de clientes, para entregar uma proposta de valor.</p>
<p>Relacionamento com Cliente: Descreve os tipos de relação que uma empresa estabelece, com segmentos de cliente específico.</p>
<p>Fontes de Receita: Representa o dinheiro que uma empresa gera a partir de cada segmento de cliente.</p>
<p>Recursos Principais: Descreve os recursos mais importantes exigidos para fazer um Modelos de Negócios funcionar.</p>
<p>Atividades-chave: Descreve as relações mais importantes que uma empresa deve realizar para fazer o seu Modelo de Negócios funcionar.</p>
<p>Parcerias Principais: Descreve a rede de fornecedores e os parceiros que colocam o Modelos de Negócio para funcionar.</p>
<p>Estrutura de Custo: Descreve todos os custos envolvidos na operação de um Modelo de Negócios.</p>

Fonte: Campos (2020).

2.2.1 Modelos de Negócios Fotovoltaicos

A Geração Distribuída (GD) fotovoltaica permite uma nova visão em relação à geração e ao consumo de energia, pois proporciona soluções diversas. Desde as econômicas, com a redução do valor pago pela energia à concessionária, como por motivos ambientais, sociais ou de segurança energética.

Essa matriz energética permite assim, criar espaço para novos modelos de negócios no mercado de energia (Campos, 2020).

Alguns modelos de negócios específicos para a geração fotovoltaica foram desenvolvidos ao longo do tempo. É possível identificar uma significativa evolução nestes modelos, representados na Figura 15, que caminham em paralelo com o crescimento da indústria fotovoltaica e do mercado (Campos, 2020; Vilela, 2014).

Figura 15: Evolução dos Modelos de Negócios.



Fonte: Campos (2020).

Nos Estados Unidos, os modelos de negócios fotovoltaicos são apresentados pela Geração Zero, Primeira e Segunda. A Geração Zero representa a aproximação da indústria FV, na qual o consumidor (usuário final) era proprietário e financiava o sistema. Nessa geração, os modelos de negócios são focados na manufatura, suprimento e instalação de sistemas FV (Frantzis, 2008; Vilela, 2014).

A Primeira Geração aborda um mercado mais abrangente e atrativo, com uma nova categoria de consumidores, nomeadas de early adopters, aderindo uma tecnologia, produto ou serviço, antes de outros. Os modelos de negócios são dirigidos por terceiros, ou Third-Party, que desenvolvem o projeto e são os proprietários do sistema FV (Vilela, 2014).

A Segunda Geração de Modelos de Negócios fotovoltaicos, esta se desenvolvendo. As principais características desta Geração, são as maiores integrações dos sistemas fotovoltaicos

com a rede, ocasionada as novas tecnologias e iniciativas regulatórias recentes. Os modelos de negócios de Segunda Geração, possibilitam que a geração FV seja uma parte integral do segmento de distribuição (Vilela, 2014).

É possível encontrar modelos de negócios consolidados no setor fotovoltaico, que trazem perspectiva tanto a concessionária, e outros, como aos que levam em conta o ponto de vista do consumidor e consumidores.

Pode-se categorizar os modelos de negócios, tanto pela propriedade como pela aplicação, como apresentando no Quadro 1. Em relação á propriedade, são construídas três categorias, sendo a do Usuário do Sistema (Consumidor é o dono do SFV), a de Terceiros (Instalações não pertencem ao usuário, mas a uma empresa que aluga ou vende a energia ao consumidor final), e a Concessionária (Distribuidoras são proprietárias dos sistemas de geração). Já á aplicação, podem ser comerciais ou residenciais, em novas construções ou em imóvel já existentes (Campos, 2020; Miranda, 2019).

Quadro 1: Classificação dos Modelos de Negócios Fotovoltaicos.

Propriedade	Aplicação			
Usuário	Residencial	Residencial	Comercial	Comercial
Terceiros	Novas Construções	Retrofit	Novas Construções	Retrofit
Concessionária				

Fonte: Miranda (2019).

Essa classificação de modelos de negócios, possibilita a criação de vários modelos comerciais para a geração distribuída. São desenvolvidas conforme a característica de cada mercado, políticas de incentivos e regulação local.

Pode-se observar que os modelos de negócios consolidados no setor fotovoltaico que trazem um ponto de vista da concessionária, como do consumidor ou de vários consumidores. Mas, os principais tipos de modelos de negócios fotovoltaicos identificados na literatura são os de Propriedade do Cliente (*Customer-Owned*), os de Propriedade de Terceiros (*Third Party Ownership*), e os de Comunidade Solar (*Community Solar ou Solar Shares*) (Campos, 2020; Miranda, 2019; Vilela, 2014).

Em relação ao modelo Propriedade do Cliente (*Customer-Owned*), os clientes possuem recursos financeiros e facilidades de acesso a financiamentos. Outro quesito seria a concessão de uma área adequada para instalação, sem sombreamento e localizada em uma região com incidência solar ideal. O consumidor assume então, o risco do investimento como também do desempenho e manutenção do sistema fotovoltaico. Porém, pode estar livre dos fornecedores

de energia convencionais, permitindo que seja injetado o excedente de energia na rede e benefícios, conforme a regulação e os mecanismos de compensação (Sauter and Watson, 2007).

O modelo Propriedade de Terceiros, nomeado em literaturas como *Third-party*, *Third-parties*, *Third-party owner*, *Third-party ownership*, *Third-party-owned*, *Third party PV*, *Solar City model*, *Third-party financing*, *Solar services model* ou *Solar energy management service model* (Horváth, 2018), fundamenta-se em possibilitar serviços relacionados à geração foto voltaica. A empresa oferece a instalação e manutenção dos equipamentos nas instalações do consumidor, por meio de aluguel ou venda da eletricidade, firmando contratos de longos prazos com o cliente (Hamwi, 2016).

De acordo com Vilela (2014), esse modelo elimina as barreiras financeiras e os riscos tecnológicos ao usuário, como os altos custos iniciais de aquisição do sistema, necessidade de adquirir um financiamento e riscos relacionada à tecnologia, como a manutenção, o rendimento e sua obsolescência, que são assumidos por terceiros. Horváth (2018) complementam que os clientes já contam com uma economia na fatura de eletricidade desde o primeiro mês, e que não precisam se preocupar com o longo período de retorno financeiro desse tipo de tecnologia.

O terceiro modelo, Comunidade Solar, corresponde a uma solução inovadora para diminuir os custos de aquisição de um SFV e para usuários que não possuem local adequado para gerar a sua própria energia. Nesse modelo, um grupo de consumidores se une para compartilhar a geração de uma planta de maior escala, localizada em um único local específico, por meio de virtual *net-metering*.

A planta pode ser operada e administrada por diferentes organizações, incluindo as concessionárias locais, cooperativas e desenvolvedores de projetos solares (Horváth, 2018). Segundo Vilela and Silva (2017), os interessados nesse modelo são locatários de imóveis, empresas comerciais que alugam edifícios, residências com sombreamento ou sem condições estruturais para instalar um sistema fotovoltaico.

Na literatura, dois termos são usualmente utilizados para expressar esse tipo de modelo: *Community Solar* e *Shared Solar*. Há uma diferença entre os modelos: no *Community Solar* o cliente pode comprar uma parte do sistema de geração, enquanto que no *Shared Solar* há apenas compra de energia. Assim, diferenciam-se quanto à propriedade da geração compartilhada, que pode ser parte do cliente ou de terceiros (Souza, 2020).

Para poder compreender como será a realização do diagnóstico dos modelos de negócios dos painéis fotovoltaicos, no próximo tópico, discute-se especificamente sobre a teoria das transições sustentáveis.

2.3 Teoria da Transições Sustentáveis

Nos últimos anos, devido a problemas como mudanças climáticas, escassez de recursos naturais, demandas de inovação que pudessem atender às necessidades humanas mantendo o equilíbrio entre meio ambiente, sociedade e economia se tornaram mais presentes (Barbieri, 2017; Smith, 2010). Para entender e analisar essas inovações, necessita-se de uma lente mais abrangente e complexa, que consiga abranger os conceitos evoluídos ao longo do tempo.

De acordo com Smith (2012), este conceito evoluiu a partir das teorias de inovação, podendo ser explicado como novas lentes teóricas criadas para lidar com problemas cada vez mais complexos relacionados à inovação e problemas socioambientais. Loorbach apresenta o termo transições para sustentabilidade como mudanças sociais em grande escala necessárias para resolver grandes desafios globais.

No começo, as ideias de inovação se pautavam nos ciclos econômicos capitalistas e renovação tecnológica, com a preocupação de crescimento econômico e geração de riqueza (Schumpeter and Nichol, 1934). Com os estudos neo-malthusianos de Meadows (1972), foram trazidos à finitude dos recursos naturais, assim como as limitações do crescimento da economia. Sendo uma crítica ao grau de crescimento exponencial da época, induzindo ao aumento da atenção nos recursos naturais, desde a poluição à emissão de gases de efeito estufa em todo processo produtivo e seu ciclo de vida.

As teorias de inovação evoluíram para trazer estes problemas cada vez mais complexos com teorias mais abrangentes. A lente teórica das transições para sustentabilidade surgiu para lidar com as complexidades dos problemas contemporâneos envolvendo a sustentabilidade e as inovações que podem ajudar a mitigá-las (Smith, 2010).

O crescimento das inovações tecnológicas são elementos importantes para as políticas de desenvolvimento sustentável (Nill and Kemp, 2009). As inovações não devem ser apresentadas de forma isolada, pelas complexidades inerentes de desenvolvimento como pela importância dos impactos que elas possam trazer, no âmbito econômico, no impacto ambiental e social (Barbieri, 2017).

Segundo Loorbach, existem três grandes enfoques associados às transições para sustentabilidade: o enfoque socioinstitucional, o enfoque socioecológico e o enfoque sociotécnico. A transição sociotécnica envolve mudanças em relação a um novo paradigma, mais sustentável, a nível institucional e que envolve a coevolução de processos e interações entre diversos grupos sociais. Sistemas sociotécnicos mais sustentáveis incluem toda a cadeia de produção, e não somente o produto ou serviço por si (Markard et al., 2012).

Abrangendo cada vez mais, expandindo os conceitos teóricos existentes, as transições para sustentabilidade enxergam os problemas de inovação para sustentabilidade como não apenas

de uma tecnologia específica e de cunho tecnológico, mas também os fatores sociais (Geels, 2017).

Geels (2002) cita esses enfoques associados à transição para sustentabilidade como três principais características, que as diferenciam das outras transições que ocorreram ao longo da história. São elas:

(1) Orientação para objetivos previamente definidos, como por exemplo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (UN, 2019);

(2) As inovações não oferecem benefícios óbvios para os usuários, implicando necessidades de políticas, subsídios e regulações devido às falhas de mercado e;

(3) Lidam com mecanismos de lock-in que criam uma dependência de trajetória, dificultando um movimento das organizações incumbentes para novas tecnologias. Por envolver fatores tecnológicos e sociais na análise desse processo de mudança e substituição tecnológica por inovações, estas transições são consideradas sócio-técnicas.

2.3.1 Transições Sócio-Técnicas

A relação das inovações com o desenvolvimento econômico envolve um processo evolucionário, a partir de experiências passadas e conhecimentos acumulados, que refletem em mudanças tecnológicas e rompimento com as formas tradicionais de se fazerem as coisas (Schumpeter and Nichol, 1934).

Toda a reformulação estrutural das atividades econômicas rumo a sustentabilidade, refere-se a etapas da transição socio técnicas, transformação industrial e tecnológicas. Setores da economia como elétrico e de transporte podem ser conceitualizados como sistemas sócio técnicos, já que envolvem redes de atores (indivíduos, empresas, entre outros) e instituições (normas, regulações e padrões sociais e técnicos), como também artefatos materiais (produtos e infraestruturas, por exemplo) e conhecimento (Geels, 2004; Hekkert and Negro, 2009; Markard et al., 2012).

Transições sociotécnicas são conjuntos de processos que levam a uma mudança fundamental nos sistemas sociotécnicos (Geels, 2004). São mudanças que envolvem a substituição de uma tecnologia pela outra, além de mudanças em outros elementos que a envolvem. Uma transição envolve mudanças de diferentes dimensões: tecnológica, material, organizacional, institucional, política, econômica e sociocultural (Markard et al., 2012).

Este tipo de alteração sociotécnica é descrita como um processo de mudanças de conjuntos de associações e substituições, um reenquadramento de elementos. Alterações em um elemento na rede podem desencadear alterações em outros elementos (Geels, 2002). Em outras palavras, os elementos desse sistema estão interconectados e há interdependência, sendo esses

fatores que influenciam a dependência de trajetória.

Quando uma tecnologia ganha vantagem sobre sua concorrente, ciclos de retroalimentação positiva que surgem do aprendizado, externalidades da rede e infraestrutura complementar levam à dependência de trajetória (Geels, 2002; Struben and Sterman, 2008).

A existência de um sistema sociotécnico pronto e em funcionamento se torna um fator inibidor do surgimento de outro tipo de sistema, como por exemplo dos carros elétricos que precisariam de toda uma nova infraestrutura com fábricas diferentes, exploração de elementos para bateria ao invés do petróleo, postos de abastecimento bastante diferentes, mudança de atitudes e novos conhecimentos por parte da população em geral seriam necessários, entre outros fatores (Geels, 2018).

A inserção no mercado de uma tecnologia inovadora por uma organização é algo arriscado e requer investimentos financeiros e esforços de tempo e trabalho que poderiam ser investidos em outras atividades. Assim como a adoção de uma inovação é algo arriscado pelo usuário, devido às incertezas de sucesso ou não dessa nova tecnologia (Rogers, 2003). Como uma tecnologia prévia deu certo e está gerando lucros, muitas organizações preferem por imitar esta inovação ao invés de criar uma nova, e às vezes, melhorando a tecnologia, gerando diferenciação e acúmulo de conhecimento (Nelson, 1977). Portanto, criando um ciclo de reforço positivo para o manutenção de um regime sócio-técnico específico.

Estes ciclos de auto-reforço aumentam a lacuna entre a melhor tecnologia e as demais opções, gerando um aprisionamento tecnológico (o lock-in), no qual as outras opções desaparecem gradualmente (Unruh, 2000). Para compreender este fenômeno, é importante entender o conceito de externalidades de rede.

As externalidades de rede são os custos ou benefícios afetando terceiros, não envolvidos diretamente no processo de fazer, vender, comprar e difundir produtos e serviços (Bergek et al., 2008).

Usualmente, o terceiro não possui controle sobre os benefícios ou custos incorridos a ele. Por exemplo, problemas de saúde e mudança climática que afetam a população devido a queima dos combustíveis fósseis são externalidades negativas conhecidas. Já uma externalidade positiva são os benefícios, de forma geral, gerados para a sociedade com os investimentos em educação e pesquisa de base que rendem melhorias econômicas e qualidade de vida (Azariadis and Drazen, 1990).

Já as externalidades de rede são efeitos diretos ou indiretos da compra e utilização de produtos pelos consumidores, sua difusão e desenvolvimento. O número compradores de um certo bem afeta a qualidade e disponibilidade de serviços pós-compra, por exemplo. Em outras palavras, a utilidade do usuário em relação ao produto depende do número de usuários que

já estão na mesma rede. Quando as externalidades de rede estão envolvidas, a acumulação de usuários na escolha de um certo design tecnológico dominante pode afetar o padrão incumbentes da indústria cedo. Portanto, as externalidades de rede causam lock-ins de padronização mais cedo e a utilização de tecnologias que podem não ser a melhor opção no futuro, mas eram a melhor opção no início de uma transição tecnológica (Klitkou et al., 2015).

De acordo com Katz and Shapiro (1986), as externalidades de rede possuem dois efeitos fundamentais nas dinâmicas da indústria em evolução. Primeiro, a atratividade relativa de hoje de tecnologias rivais é influenciada por seu histórico de vendas, a qual um produto mais atrativo quanto maior sua base de consumidores. Segundo, e talvez o mais importante, na presença de externalidades de rede, o consumidor no mercado de hoje também se preocupa com o futuro sucesso dos produtos competindo.

As transições normalmente envolvem uma vasta quantidade de atores e tipicamente se desdobra por tempos consideravelmente longos (Markard et al., 2012). Frequentemente, levam-se algumas décadas para uma tecnologia em seu estado inicial para obter uma indústria com capacidade de impactar o mercado. Por exemplo, levou 60 anos para o carvão passar de 5% do suprimento global de energia para 50%, já para o petróleo levou 60 anos para passar da mesma porcentagem inicial para 40% do suprimento global. Esse longo tempo ocorre, pois inovações radicais possuem dificuldades em romper o sistema sócio-técnico recorrente devido ao fato das regulações, infraestrutura, práticas dos usuários, redes de manutenção já estão alinhadas com a tecnologia existente (Jacobsson and Bergek, 2011; Smil, 2017).

As transições para sustentabilidade são um conceito teórico que busca compreender e explicar como ocorrem as mudanças de uma tecnologia existente, que desempenha uma função social específica, para uma tecnologia substituta que promove a sustentabilidade nos aspectos social, econômico e ambiental.

Essas transições visam alcançar um equilíbrio entre as necessidades presentes e futuras, buscando soluções mais sustentáveis para os desafios socioeconômicos e ambientais enfrentados pela sociedade. O foco está em promover a adoção de tecnologias e práticas que contribuam para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, a preservação dos recursos naturais e a mitigação dos impactos negativos no meio ambiente.

São quatro as principais linhas de pensamento associadas às transições, segundo Markard et al. (2012): Gestão das Transições, Gestão Estratégica dos Nichos, Sistemas Tecnológicos de Inovação e Perspectiva de Multiníveis. A Gestão das Transições é um framework orientado por políticas, que sugere que os responsáveis por políticas públicas podem dar forma às transições. Já a Gestão Estratégica dos Nichos é utilizada para analisar o surgimento de inovações radicais. Os pesquisadores sugerem que inovações radicais surgem em espaços

protegidos com subsídios, experimentos ou mercados específicos, chamados na literatura de nichos, que os protegem da seleção de mercado comum (Loorbach, Schot and Geels, 2008).

Na próxima seção, discute-se especificamente sobre o sistema de inovação tecnológica (TIS), o qual será o foco central do trabalho para a realização do diagnóstico dos modelos de negócios aplicados aos painéis solares.

2.3.2 Sistema de Inovação Tecnológica (TIS)

A teoria de sistemas de inovação tem sido aplicada na análise e estudo de mudanças tecnológicas, tendo se desenvolvido a partir da metade dos anos 1980. Em seu trabalho, Markard et al. (2012) discute as origens dos estudos sobre sistemas de inovação tecnológica (TIS), que combinam o conceito de sistemas de inovação com uma abordagem multinível de pesquisa. Essa abordagem visa investigar as “novidades emergentes e as mudanças institucionais e organizacionais que acompanham o desenvolvimento tecnológico”.

Conforme mencionado por Kohler et al. (2019), a origem dos estudos sobre sistemas de inovação tecnológica (TIS) remonta ao artigo seminal de Carlsson e Stankiewicz (1991). Nesse artigo, os autores descrevem os elementos-chave que impulsionam o desenvolvimento de novas tecnologias, destacando a importância das interações entre atores, empresas, instituições e infraestrutura na geração, difusão e utilização de inovações tecnológicas. Esses elementos formam uma rede complexa que impulsiona o processo de inovação em um sistema.

A abordagem teórica dos sistemas de inovação tecnológica (TIS) ganhou maior visibilidade no início do século XXI, especialmente como uma ferramenta para analisar o surgimento de novas tecnologias no contexto do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, Cherp et al. (2018) destacam que o crescimento das usinas eólicas na Europa desempenhou um papel impulsionador nesses estudos. O rápido desenvolvimento e adoção da energia eólica na região levaram os pesquisadores a explorar como os sistemas de inovação contribuíram para essa transformação e quais foram os fatores-chave que permitiram esse avanço tecnológico no setor.

Dessa forma, é possível observar que um sistema nacional de inovação tem como foco de análise o país como um todo. Já um sistema regional de inovação concentrasse em uma região específica dentro desse país. Por sua vez, os sistemas setoriais de inovação direcionam sua análise para uma indústria específica dentro do país ou região. Por fim, os sistemas tecnológicos de inovação analisam uma determinada tecnologia, independentemente de sua aplicação em um setor específico ou em uma região em particular. Cada um desses níveis de análise tem suas particularidades e requer abordagens específicas para compreender o processo de inovação em seu escopo de atuação.

Os sistemas de inovação abrangem tanto a dinâmica individual de uma empresa quanto características específicas de uma tecnologia e os mecanismos de adoção. Conforme apontado pelos autores, compreender as mudanças tecnológicas requer ter uma “visão das relações entre a tecnologia existente e o sistema de inovação existente em relação à tecnologia emergente e ao sistema de inovação emergente”. Isso significa analisar como a tecnologia atualmente estabelecida e o sistema de inovação relacionado interagem e se relacionam com as novas tecnologias em desenvolvimento e os sistemas de inovação que as acompanham. Essa abordagem permite compreender melhor as dinâmicas de transição tecnológica e os desafios envolvidos na introdução de inovações emergentes (Hekkert et al., 2007).

Segundo Edquist (2001), para analisar um sistema de inovação precisamos mapear a estrutura do sistema, que é composta pelos agentes envolvidos na produção, implementação e difusão da inovação; as instituições, ou seja, regras, regulamentos, rotinas e leis relacionadas ao sistema; e as relações entre estes: diferentes organizações (agentes), organizações e instituições e diferentes instituições.

O sistema de inovação tecnológica (TIS) pode ser compreendido como um conjunto de elementos que jogam em conjunto para apoiar o desenvolvimento de um campo tecnológico. Esses elementos incluem atores, tecnologias, redes e instituições, que possuem uma interdependência sistêmica entre si e colaboram para a formação de sinergias na geração, difusão e utilização de uma determinada tecnologia. O TIS é definido como uma “rede de agentes que interagem em um domínio econômico/industrial, dentro de uma infraestrutura institucional específica, e estão envolvidos na geração, difusão e utilização da tecnologia” (Carlsson and Stankiewicz, 1991).

Os sistemas de inovação tecnológica (TIS) abrangem uma variedade de atores, como fornecedores, desenvolvedores de tecnologia, fontes de serviços, usuários líderes e associações setoriais, além das várias redes e conexões entre eles. Esses atores desempenham papéis diferentes no processo de inovação, confiando em conhecimento, recursos e expertise em suas respectivas áreas (Ulli-Beer, 2017).

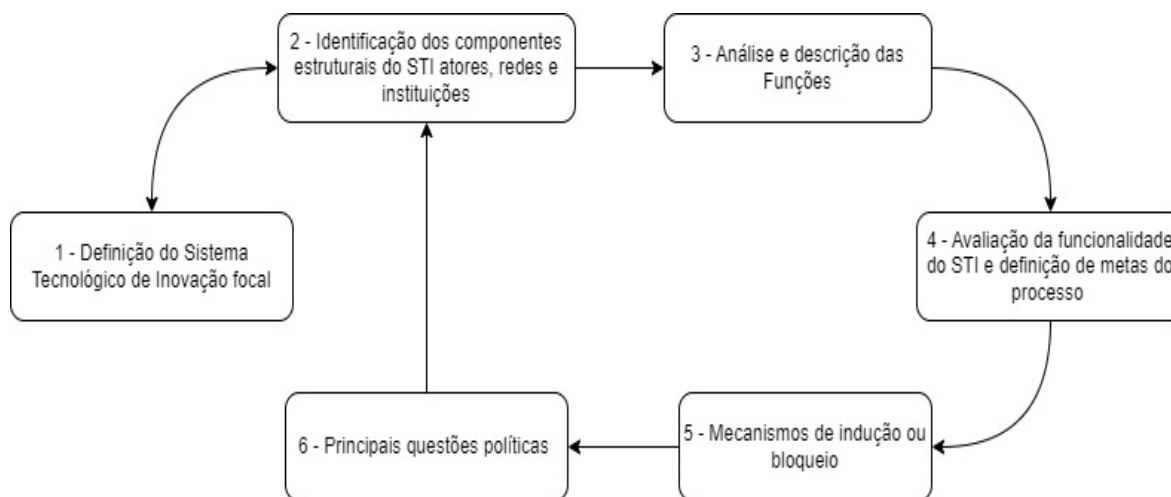
Os sistemas de inovação tecnológica (TIS), desempenham um papel fundamental na criação, manutenção e alteração de estruturas institucionais específicas relacionadas à tecnologia. Essas estruturas institucionais podem incluir normas, padrões, programas de apoio, visões coletivas e projeção da tecnologia.

Hekkert et al. (2007) citam possibilidades de verificar como eventos externos influenciaram o surgimento de regulamentações, como ocorreu a implementação das regulamentações, como ocorreu a coevolução de regulamentações e de aprendizados e acordos anteriores, as relações crescentes e decrescentes entre governo e empresas, além da “disponibilidade de

recursos para projetos de inovação e a legitimação das energias renováveis na sociedade”. Porém é inviável mapear todas as atividades que acontecem e os autores recomendam que sejam focadas apenas as atividades relevantes, aquelas que influenciam o objetivo de um sistema de inovação, ou seja, influenciam o desenvolvimento, a aplicação e a difusão de novos conhecimentos. Surge então a abordagem das funções do sistema de inovação.

Desta forma, a Figura 16 mostra o esquema das funções e os procedimentos metodológicos para análise do TIS, e em seguida, será apresentado detalhadamente as seis funções

Figura 16: Esquema de Análise de TIS.



Fonte: Bergek et al. (2008).

- Função Empreendedora

A experimentação empreendedora envolve a exploração de novas tecnologias e aplicações, em que muitas iniciativas podem falhar, algumas podem ter sucesso e um processo de aprendizado social ocorre ao longo do caminho (KEMP et al., 1998). Por meio de experimentos demonstrativos, novos participantes de mercado também podem introduzir novas habilidades, ideias, produtos e processos em um sistema de inovação existente (Chaminade and Edquist, 2006).

A função do empreendedor é transformar o potencial da tecnologia, das redes e dos mercados em ações concretas, resultando em benefícios decorrentes das novas tecnologias de negócio. Os empreendedores podem ser tanto novos participantes quanto empresas já estabelecidas no mercado. As experimentações realizadas pelos empreendedores são fundamentais para lidar com os riscos e incertezas associados a novas tecnologias, aplicações e mercados. Portanto, é importante realizar um mapeamento do número de novos participantes, da diversificação das atividades dos atores estabelecidos e da quantidade de experimentos com a nova tecnologia

(Hekkert et al., 2007).

- Função Desenvolvimento e Difusão do Conhecimento

A função de mostrar a base de conhecimento existente e sua evolução é central para um Sistema de Inovação Tecnológica (TIS). Para Bergek et al. (2008), essa função abrange a extensão e a profundidade do conhecimento atual do TIS, bem como suas mudanças ao longo do tempo, incluindo como esse conhecimento é difundido e combinado dentro do sistema. Isso engloba diferentes tipos de conhecimento, como conhecimento científico, tecnológico, de produção, de mercado, de logística e de design, provenientes de diferentes fontes de desenvolvimento de conhecimento, como pesquisa e desenvolvimento (P&D), aprendizado prático e imitação (Bergek et al., 2008; Jacobsson and Bergek, 2011).

- Função Orientação de Pesquisa

Essa função representa a combinação de fatores externos que induzem empresas e outros atores a entrarem em um TIS, bem como os mecanismos internos ao TIS, e que influenciam a direção da pesquisa, como a “concorrência, tecnologias, aplicações, mercados e modelos de negócios concorrentes, etc”. São mecanismos que incentivam a entrada em um novo campo tecnológico e também são determinantes para a escolha de atuação dentro do TIS. Uma observação importante é “que essa função se refere a atores do lado da oferta ao longo de toda a cadeia de valor, enquanto a orientação das decisões dos atores de optar ou comprar uma tecnologia para uso próprio é considerada como formação de mercado” (Bergek et al., 2008).

- Função Mercado

A adoção e eficácia das novas tecnologias podem exigir um período de tempo considerável antes de se tornarem eficientes e viáveis em comparação com as tecnologias já existentes. Em muitos casos, elas podem ser apenas razoáveis ou até mesmo economicamente inviáveis. Nesse contexto, a criação de espaços protegidos, como nichos de mercado temporários, pode desempenhar um papel importante no aprendizado e na criação de expectativas positivas (Hekkert et al., 2007).

De acordo com Hekkert et al. (2007), uma forma de estimular o mercado para essas novas tecnologias seria oferecer isenções fiscais para promover vantagens competitivas ou estabelecer cotas mínimas de consumo. Para analisar essa função, é possível mapear “o número de nichos de mercado que foram introduzidos, o regime de impostos para a nova tecnologia [...]”.

- Função Mobilização de Recursos

São necessários recursos humanos e financeiros para desenvolver aprendizado, e podem ser utilizados fundos do governo ou da iniciativa privada para P&D. A análise dessa função é difícil de mapear, a sugestão é descobrir por meio de entrevistas com os atores centrais se há problemas na disponibilidade de recursos (Hekkert and Negro, 2009).

- Função Criação de Legitimidade

A função de legitimação analisa a aceitação social e a conformidade com as instituições da nova tecnologia. O processo de legitimação envolve aspectos regulatórios, normativos e cognitivos e deve ser percebido pelas partes relevantes, seguindo as regras e procedimentos, normas sociais e valores (comportamentos moralmente aceitáveis) e quadros cognitivos (comportamento esperado) (Bergek, 2019).

Jacobsson and Bergek (2011) ressaltam que a legitimação não é automaticamente concedida, mas sim alcançada de forma consciente por indivíduos e organizações. O processo de legitimação pode levar tempo para se estabelecer e pode envolver confrontações de interesses pessoais e institucionais. Além disso, o processo pode envolver a adaptação às instituições existentes, alterações nas instituições existentes ou o desenvolvimento de novas instituições preservadas. Bergek (2019) também alerta para a existência de certa confusão em relação ao que está sendo legitimado (tecnologia ou indústria) e por quais partes interessadas (público em geral ou tomadores de decisão políticos).

- Função Desenvolvimento de Externalidades Positivas

De acordo com Bergek (2019), Jacobsson and Bergek (2011), essa dimensão se concentra nos benefícios gerados pelo processo de inovação e difusão em nível de sistema. Ela examina como os investimentos realizados por algumas empresas podem gerar benefícios para outros atores, como mercados de trabalho combinados, tecnologias complementares e fornecedores especializados. Isso contribui para a legitimação da tecnologia e estimula a busca por oportunidades em um novo mercado. Essa função, portanto, fortalece ainda mais as outras funções já mencionadas.

Bergek (2019) revela que essa função tem sido frequentemente negligenciada na maioria dos estudos sobre TIS, pois na fase inicial do desenvolvimento de um TIS existem poucas evidências de mecanismos que promovam essa função. No entanto, o autor destaca que é possível deduzir aspectos relevantes para essa função com base em relatos empíricos analisados em sua revisão. Um desses aspectos é “o surgimento de intermediários de inovação”.

Por fim, esta revisão de literatura apresentou as principais definições e

conceitos que irão auxiliar nos resultados e discussão desta pesquisa. Antes disso, entretanto, será apresentada a metodologia de pesquisa.

3 Metodologia

Este capítulo descreve a metodologia de pesquisa utilizada neste estudo. Desta forma, traz os tópicos de i) classificação da pesquisa; ii) materiais e métodos, iii) análise e coleta de dados e iv) resultados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como de natureza teórica em relação ao tema abordado e de método indutivo (Gil, 2008). Devido à forma de abordagem do problema no trabalho, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa. A abordagem qualitativa abrange aspectos da realidade que não podem ser quantificados, tendo foco na compreensão e explicação dos mesmos (Gerhardt and Silveira, 2009; Gil, 2008).

Esta pesquisa caracteriza-se como de natureza exploratória, fazendo uso do método de referência bibliográfica e documental para coleta de informações. Tendo como fontes utilizadas artigos de periódicos, pesquisa documental (jornais, revistas, etc), trabalhos relacionados com o tema (teses e dissertações), entre outros.

Na classificação da metodologia qualitativa da modelagem, este estudo pode ser definido como uma pesquisa empírica descritiva, pois apresenta o intuito de criar um modelo que descreva de forma adequada as relações causais que podem existir na realidade, levando a uma compreensão dos processos reais (Dresch et al., 2015).

Em relação aos objetivos da pesquisa, o trabalho se apresenta como descritivo, pois aborda os problemas para inserção da matriz fotovoltaica no país, com vistas a torná-lo explícito. Este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.

Além da elaboração de entrevistas com pessoas relacionadas ao setor que trazem experiências práticas com o problema, além de levantamento bibliográfico. Esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica desenvolvida com base em livros e artigos científicos, que utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, onde a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico e o método SYSMAP (Silva and Menezes, 2005; Gil et al., 2002).

O trabalho proposto se enquadra como estudo de caso, pois se pretende realizar uma investigação empírica de um fato contemporâneo aplicado á realidade, compreendendo, descrevendo e interpretando uma situação real, mas também, delimitando o foco para tema de

pesquisa (Martins and Theóphilo, 2009).

3.2 Materiais e Métodos

Os materiais e métodos foram definidos a partir da necessidade de alcançar os objetivos propostos. Diante disso, o Quadro 2 apresenta os objetivos específicos, o método utilizado, bem como as etapas do desenvolvimento da pesquisa.

Quadro 2: Objetivos, Métodos e Etapas.

Objetivos Específicos	Método	Etapas
1 - Mapear os modelos de negócios existentes para energia solar fotovoltaica no Brasil	Revisão estruturada da literatura (SYSMAP)	Análise cientométrica; Filtragem; Análise de conteúdo.
2 - Analisar os fatores regulatórios e econômicos que influenciam a adoção e o crescimento dos modelos de negócios fotovoltaicos das empresas no Brasil	Análise documental e bibliográfica	Entrevistas
3 - Avaliar os desafios enfrentados pelos modelos de negócios fotovoltaicos no Brasil	Análise documental e bibliográfica	Análise bibliográfica
4 - Propor recomendações estratégicas para superar barreiras do setor fotovoltaico no Brasil	Análise qualitativa (ATLAS.ti)	Implementação

Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

A coleta de dados na pesquisa parte de entrevistas com atores do setor elétrico no país, agentes que participam do desenvolvimento e do progresso da energia solar fotovoltaica.

O modelo de entrevista que foi desenvolvido conduz a uma estrutura semiestruturada, na qual se estabelece um roteiro de perguntas pré-estabelecidas, explorando melhor algumas questões e pontos específicos (Gil et al., 2002).

A pesquisa também conta com os procedimentos de pesquisa bibliográfica, como a revisão de literatura estruturada e não estruturada, que serão brevemente retratadas a seguir.

3.2.1 Revisão de Literatura Estruturada

Tendo como objetivo averiguar as informações existentes a respeito do tema de maneira imparcial e completa, a partir de uma revisão de literatura estruturada, o método SYSMAP (*Scientometric and systematic yielding Mapping Process*) foi utilizado, na qual através de suas fases, apresenta de forma estruturada os processos para a revisão de literatura, combinando a análise cientométrica com a análise de conteúdo, conforme mostra Figura 17.

Figura 17: Modelo do método SYSMAP.



Fonte: VAZ and Uriona Maldonado (2017).

O método SYSMAP é constituído pelas fases de construção, filtragem, cientometria e sistemática. Através destas etapas, respectivamente, obtém-se a análise de revisão de literatura estruturada. A seguir uma breve descrição de cada fase.

- 1) Fase de construção: Consiste em duas etapas, a definição das palavras-chave e a definição das bases de dados;
- 2) Fase de filtragem: É realizada uma filtragem para os artigos duplicados, e para os artigos que não se enquadram com a respectiva pesquisa;
- 3) Fase de cientometria (ou bibliométrica): Nesta fase realiza-se o mapeamento dos principais autores, periódicos, palavras-chave, fontes, referências, etc;
- 4) Fase sistemática (ou de conteúdo): É construídas lacunas de pesquisa sobre a temática definida.

Para a primeira fase (fase de construção), foram utilizadas as bases de dados Scopus e Web of Science. As combinações das palavras-chaves foram: *((Photovoltaic OR solar) AND (Business Model) AND (Companies))*.

Pode-se observar a representação destas etapas da pesquisa nas Figuras 18 (base de dados Scopus) e 19 (base de dados Web of Science). A escolha de ambas a base de dados se justificasse por serem amplamente reconhecidas na área académica, por serem multidisciplinares e por serem validadas por pares.

Figura 18: Busca realizada na base de dados Scopus.

The new, enhanced version of the search results page is available. Give the new page a try and share any feedback before it is finalized. [Try the new version](#)

202 document results

TITLE-ABS-KEY ((photovoltaic OR solar) AND (business AND model) AND (companies))

[Edit](#) [Save](#) [Set alert](#)

RIS file exported. See your downloaded file for more details. [x](#)

Your default export setting has been saved for this session. To save this setting across sessions, please sign in. [x](#)

Search within results...

Refine results

[Limit to](#) [Exclude](#)

Open Access

All Open Access (42) >

Gold (22) >

Hybrid Gold (3) >

Documents Secondary documents Patents [View Mendeley Data \(354\)](#)

Analyze search results [Show all abstracts](#) [Sort on: Date \(newest\)](#)

[All](#) [RIS export](#) [Download](#) [View citation overview](#) [View cited by](#) [Add to List](#) [...](#) [Print](#) [Email](#) [Share](#)

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1 Techno-Economic Feasibility Analysis of 100 MW Solar Photovoltaic Power Plant in Pakistan Open Access	Abas, N., Rauf, S., Saleem, M.S., Irfan, M., Hameed, S.A.	2022	Technology and Economics of Smart Grids and Sustainable Energy 7(1),16	1

Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

Figura 19: Busca realizada na base de dados Web Of Science

Web of Science™ Pesquisar [Fazer login](#)

Pesquisa avançada > Resultados para ALL=((Photovoltaic OR solar) AND (Business Model) AND (C...)

193 resultados de Coleção principal da Web of Science para:

ALL=((Photovoltaic OR solar) AND (Business Model) AND (Companies)) [Analisar resultados](#) [Relatório de citações](#) [Criar alerta](#)

[Copiar link dos resultados da busca](#)

Publicações [Você também pode gostar de...](#)

Refinar resultados

Pesquisar nos resultados...

Filtrar por lista de itens marcados

Filtros rápidos

Artigo de revisão 17

Acesso antecipado 5

0/193 [Adicionar à Lista de itens marcados](#) [Exportar](#) [Classificar por: Relevância](#) < 1 de 4 >

1 **Business model challenge: Lessons from a local solar company** 27 Citações

Karakaya, E., Nour, C. and Hidalgo, A.
Jan 2016 | RENEWABLE ENERGY 85, pp.1026-1035 92 Referências

Solar photovoltaic systems are considered vital renewable energy sources for mitigating climate change and reducing dependency on fossil fuels. However, in some countries, the diffusion rate of photovoltaic systems is decreasing. A case in point is Germany, the country with the highest installed capacity of photovoltaic systems. Given the new conditions in the German market, the diffusion rate ... [Exibir mais](#)

Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

Para a construção da coleção de documentos foram utilizadas estas duas bases de dados (Fase 1), encontrando 395 documentos ao total. Na base de dados Web of Science coletados 193 documentos e, na base Scopus 202.

Em seguida, foi realizada a filtragem dos documentos utilizando o software *EndNote* (Fase 2), gerenciador de referências. Foi possível identificar um total de 98 documentos duplicados, restando então os 297 documentos para serem analisados. Esses 297 documentos foram utilizados para a realização da análise cientométrica (Fase 3). A partir da leitura dos títulos e resumos dos documentos foi realizado uma segunda filtragem para eliminar os que não se enquadravam com a respectiva pesquisa – foco em modelos de negócios.

Sendo assim, selecionaram 42 artigos, como sendo enquadrados ao tema de pesquisa, e utilizados na análise de conteúdo (Fase 4).

A análise cientométrica foi realizada com o auxílio dos *softwares*, VOSviewer (realiza mapeamento de clusters) e o Excel. Obtendo um levantamento e análise de dados como principais autores, números de produções por ano, entre outros.

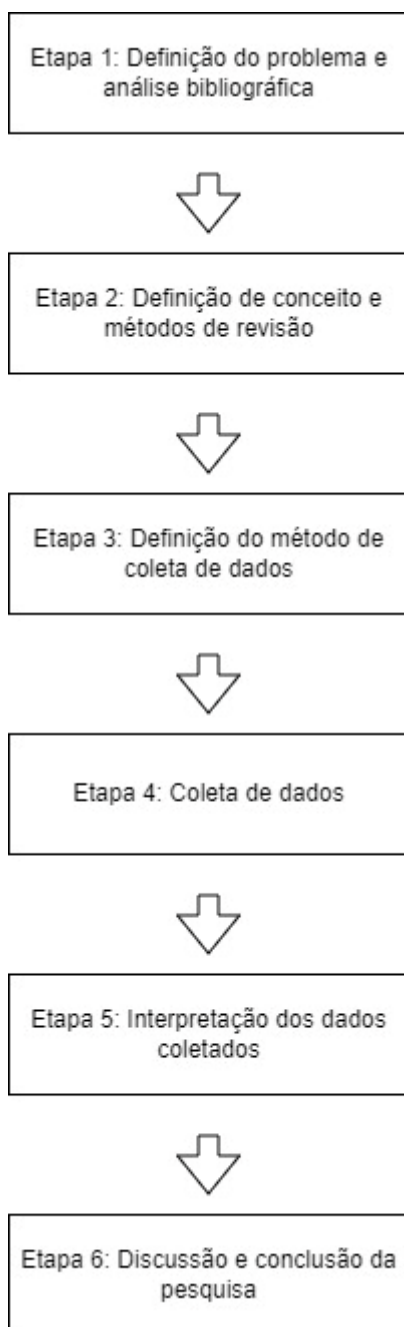
Posteriormente, na análise sistêmica, procedeu-se a leitura do conteúdo dos 42 artigos selecionados como alinhados ao tema. Os trabalhos foram analisados conforme ênfase do presente estudo. Dos 42 artigos, 8 foram descartados, pois apesar de parecerem estar alinhados ao tema pelos seus títulos e resumos, não se enquadravam com essa pesquisa.

Desta forma, restaram apenas 34 artigos para a análise sistêmica. Para facilitar a organização dessa etapa e também facilitar a visualização e leitura dos documentos conforme foram organizados, optou-se pelo uso do software *EndNote*. Em seguida, os trabalhos selecionados foram categorizados a partir da leitura integral, realizando-se um agrupamento das barreiras e obstáculos encontrados. Sendo assim, a categorização resultou em:

- Quais os conceitos e definições usados pelos autores?
- Quais as barreiras e obstáculos identificados pelos autores
- Quais os setores aplicados pelos autores?

Para a análise e interpretação dos dados coletados (Fase 5), utilizou-se o software *ATLAS.ti*. Na fase final (Fase 6), os dados foram analisados e discutidos, resultando na apresentação da conclusão da pesquisa. As fases da pesquisa estão ilustradas na Figura 20.

Figura 20: Fases do método SYSMAP de acordo com a pesquisa.

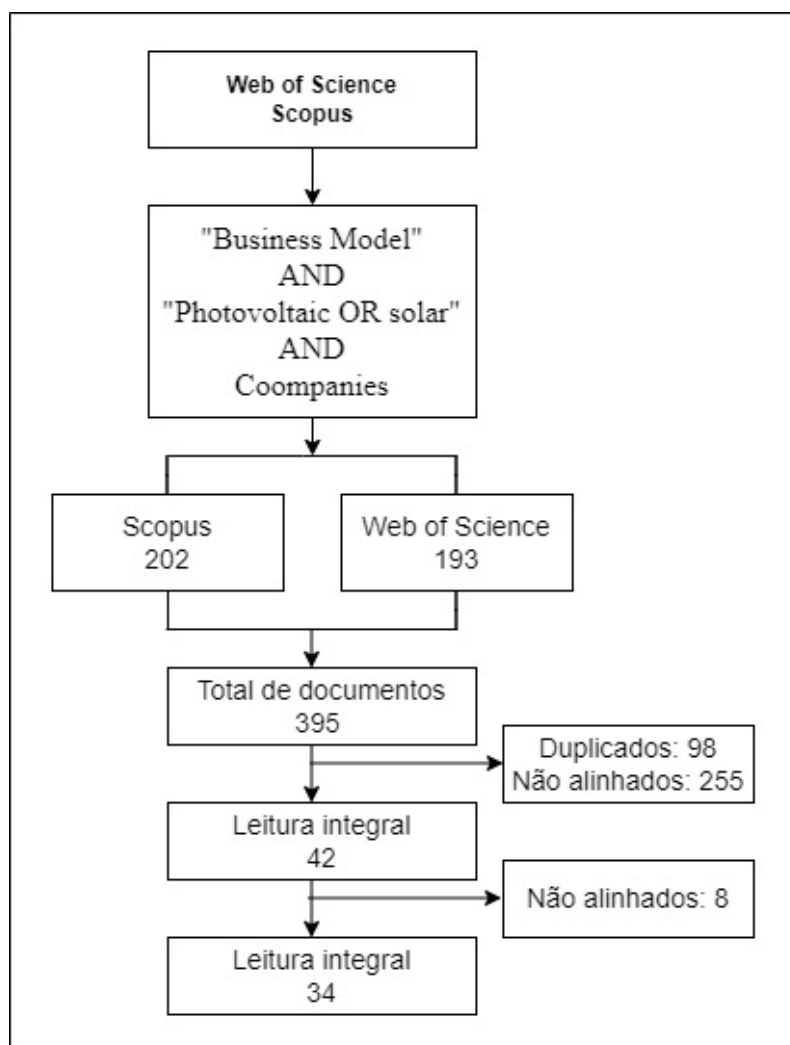


Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

3.3 Etapas da Pesquisa

Esta seção apresenta as etapas definidas e que serão executadas na pesquisa. Essas etapas envolvem os objetivos específicos, que contribuem para o alcance do objetivo geral. A Figura 21, apresenta brevemente essas etapas.

Figura 21: Etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

3.3.1 Etapa 1- Definição do problema e análise bibliográfica

Para a etapa 1, por meio da revisão bibliográfica estruturada SYSMAP, busca-se entender o estado da arte e as pesquisas globais envolvendo os modelos de negócio adotados por empresas de energia solar fotovoltaica, abordando suas principais barreiras, desafios e vantagens. Além de definir o problema da pesquisa.

Esta etapa tem o intuito de alcançar os objetivos específicos a respeito dos modelos de negócios fotovoltaicos, assim como elencar vantagens e desafios desses modelos de negócios e as barreiras para inserção da matriz FV no país.

3.3.2 Etapa 2- Definição de conceitos e métodos de revisão de literatura

A etapa 2 aborda a revisão de literatura não estruturada, no qual se faz uso de relatórios

de instituições, associações e empresas atuantes no setor elétrico nacional. Como também informações disponibilizadas por agências e órgãos brasileiros, a ANEEL, a EPE e a CCEE, além de organizações internacionais como a *International Energy Agency* (IEA) e o *National Renewable Energy Laboratory* (NREL).

Os objetivos específicos alcançados nessa etapa se refere a análise de algumas empresas FV no Brasil, abordando os incentivos regulatórios e financeiros que as regem. Como também, listar as vantagens e desafios dos modelos de negócios fotovoltaicos e as barreiras para inserção da matriz FV no país.

3.3.3 Etapa 3- Definição do método de coleta de dados

Na etapa 3, foi realizada a construção do método de coleta da pesquisa. Visto tratar-se de um estudo de caso qualitativo, importa definir a fonte de coleta de dados. Diante disso, a técnica utilizada para a obtenção dos dados necessários ao desenvolvimento da pesquisa foi a entrevista.

A análise de conteúdo das entrevistas, conforme proposto por Bardin (2009), segue um processo dividido em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento/interpretação dos resultados. Na pré-análise, são realizadas as etapas preparatórias antes da análise em si. Isso envolve a transcrição das entrevistas, a organização do material e a definição das categorias e critérios de análise. É fundamental estabelecer um plano de trabalho que oriente a análise.

Na exploração, busca-se organizar e identificar padrões iniciais que podem auxiliar na explicação do objetivo do estudo. Além disso, identificar padrões por meio da codificação, utilizando a unidade de contexto e a unidade de registros como ferramentas fundamentais. Na categorização, busca-se agrupar e responder como faz a ação.

3.3.4 Etapa 4- Coleta de dados

A etapa 4 foi construída a partir de entrevistas semiestruturadas, combinando perguntas abertas e fechadas, proporcionando aos participantes expor sobre os assuntos em questão, muito próximo a uma conversa informal, deixando espaço para que haja alguma liberdade de atuação entre entrevistado e entrevistador (GIL, 2002). Essa técnica permite que a conversa seja conduzida, proporcionando maior direcionamento o tema de interesse, a fim de que os objetivos da entrevista sejam alcançados.

Foram construídas no decorrer do desenvolvimento da pesquisa diversas abordagens relevantes, com atores do setor elétrico no país e agentes que participam do desenvolvimento e

progresso da energia solar fotovoltaica, por meio de recursos de tecnologia (como por exemplo skype ou telefone, por meio de chamadas ou video chamadas), conforme disponibilidade dos envolvidos.

O principal objetivo das entrevistas foi compreender a visão dos entrevistados sobre os desafios e barreiras presentes para o setor da energia solar fotovoltaica no Brasil, bem como entender o processo de difusão da tecnologia. Além disso, buscou-se obter insights, sob a perspectiva dos entrevistados, sobre as futuras perspectivas da FV no país, contribuindo para identificar os fatores cruciais que podem impulsionar sua disseminação no futuro.

A estrutura do roteiro de entrevista consistia em dois grupos de perguntas. O primeiro grupo abordava a apresentação do entrevistado, bem como o papel de sua instituição e sua função em relação à interação com outros atores do sistema e ao desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil. No segundo grupo, as perguntas foram divididas de acordo com as sete funções do Sistema de Inovação Tecnológica (TIS), buscando compreender a perspectiva do entrevistado sobre a situação de cada uma dessas funções dentro do sistema de inovação.

Foram incluídos ao menos um representante de cada tipo de instituição, ou seja, Pesquisadores, Empreendedores e Profissionais relacionados. A Tabela 2 apresenta os entrevistados da pesquisa, onde atuam, cargo e sexo.

Tabela 2: Características dos Entrevistados

Instituição	Ator	Cargo	Sexo
Entrevistado 1	Empreendedor	Sócio	M
Entrevistado 2	Empreendedor	Gerente	M
Entrevistado 3	Acadêmico	Coordenador	M
Entrevistado 4	Empreendedor	Sócio	M
Entrevistado 5	Empreendedor	Gerente	M
Entrevistado 6	Empreendedor	Coordenador	M
Entrevistado 7	Acadêmico	Sócio	M
Entrevistado 8	Empreendedor	Coordenador	M
Entrevistado 9	Empreendedor	Sócio	M
Entrevistado 10	Empreendedor	Coordenador	F
Entrevistado 11	Empreendedor	Coordenador	M
Entrevistado 12	Empreendedor	Sócio	M
Entrevistado 13	Empreendedor	Sócio	M
Entrevistado 14	Empreendedor	Coordenador	F
Entrevistado 15	Empreendedor	Sócio	M
Entrevistado 16	Acadêmico	Coordenador	F

Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

Na sequência, Tabela 3, é apresentado um resumo das perguntas analisadas e discutidas. Essas perguntas foram examinadas detalhadamente para obter insights valiosos sobre o sistema de inovação e seu papel no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no Brasil. O apêndice

A traz o roteiro da entrevista com maior detalhamento.

Tabela 3: Questões da entrevista

Função	Pergunta
Introdução	1. Qual nome da instituição?
	2. Qual cargo ocupa na instituição?
Desenvolvimento e Difusão do conhecimento	1. Comente a respeito dos projetos e investimentos em conhecimento, adquiridos por sua instituição. Assim como a troca de informações e atualizações da tecnologia, com universidades e instituições de pesquisa.
Direcionamento da pesquisa	1. Como é sua visão a respeito do desenvolvimento e crescimento de mercado nos próximos anos, da energia solar fotovoltaica.
	2. Comente sobre as políticas públicas direcionadas a expansão da energia solar fotovoltaica e os modelos de negócios direcionados a tecnologia.
Atividades empreendedoras	1. Comente sobre as dificuldades enfrentadas pelas organizações do setor de energia solar fotovoltaica, com a aplicação dos modelos de negócios existentes.
	2. Comente qual melhor modelo acredita se enquadrar, diante dos padrões políticos existentes, para os empreendedores do setor.
Formação de mercado	1. Quais são as principais barreiras para expansão do setor solar no Brasil.
	2. O que deve ser feito para expandir a tecnologia da energia solar no Brasil, em termos de modelos de negócios utilizados.
Mobilização de Recurso	1. Comente a respeito da infraestrutura e recursos financeiros que existem para esses modelos de negócios, atrelados ao desenvolvimento da energia solar no país.
Criação de Legitimidade	1. Comente a respeito das possibilidades de apoio governamental ou da indústria, para a expansão do mercado para a energia solar no país.
Desenvolvimento de Externalidades Positivas	1. Comente a respeito dos benefícios que a energia solar proporciona para o país em termos sociais, econômicos, ambientais, energéticos e de desenvolvimento tecnológico e industrial.
	2. Quais as principais dificuldades encontradas para a expansão da energia solar fotovoltaica, ao longo prazo.

Fonte:Elaborada pela Autora, 2024.

3.3.5 Etapa 5- Análise e interpretação dos dados coletados

Já a etapa 5, a partir da obtenção dos dados das etapas anteriores, se refere à análise e interpretação destes. Através do TIS foram utilizadas as 7 funções para diagnosticar os modelos de negócios para energia solar fotovoltaica. Assim como a tecnologia está se desenvolvendo no país, quais barreiras e desafios ainda estão sendo enfrentados pelas empresas, além de quais funções do TIS estão mais evoluídas.

A coleta de dados envolve a análise de documentos de texto relevantes e entrevistas, assim como a interpretação qualitativa de ambos.

3.3.6 Etapa 6- Discussão e conclusão de pesquisa

A sexta etapa, por fim, discute e abrange a interpretação dos dados coletados através das entrevistas, com as respostas diretas dos entrevistados. Assim como conclusões e suas implicações acadêmicas.

Depois de estabelecer o estágio de desenvolvimento, foram identificados as principais barreiras e desafios dos modelos de negócios para energia solar fotovoltaica no Brasil, utilizando as sete funções do TIS.

3.3.7 Análise de Dados

Para a realização desta análise, utilizou-se os softwares *EndNote*, *VOSviewer*, *Excel* e *Atlas TI*. Os mesmos são descritos brevemente a seguir.

- **EndNote**

O EndNote é gerenciador de referências bibliográficas, produzido pela Thomson Scientific, constituído pelas versões desktop e online as quais podem ser usadas em conjunto ou de forma independente. Importa referências da *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar*, etc.

O programa Endnote foi utilizado nesta pesquisa na análise para gerenciar as referências, além de importar os metadados das bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, como mostrado na Figura 22.

Figura 22: Janela do software EndNote.



- **Excel**

O Excel é um software de computador mais usados no mundo. Nele é possível construir tabelas, controles, cálculos, analisar dados, etc. Este software foi utilizado para realizar a análise dos dados iniciais da pesquisa. Na Figura 23 é possível observar uma janela com o excel.

Figura 23: Janela do software Excel.

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	
7																											
8											Econômica			Alto custo de aquisição													
9																											
10																											
11											Econômica			Elevado tempo de payback													
12																											
13																											
14											Econômica			Custos de manutenção													
15																											
16																											
17											Econômica			Informações sobre grandeza dos custos													
18																											
19																											
20											Econômica			Concorrência com outros investimentos													
21																											
22																											
23											Políticas			Ausência de mecanismos de financiamento													
24																											
25											Políticas			Novos modelos de negócios													
26																											
27											Políticas			Tributações excessivas													
28																											
29											Políticas			Altas taxas para importação de equipamentos													
30																											
31											Políticas			Poucos recursos de P&D													
32																											
33											Políticas			Infraestrutura para implementação da fonte													
34																											
35											Políticas			Programas de incentivo													
36																											
37											Regulatórias			Regulações adequadas													
38																											
39											Regulatórias			Reformulação das regulações já existentes													
40																											
41											Sociais e Culturais			Desconhecimento sobre fontes renováveis													
42																											
43											Sociais e Culturais			Ausência de informações sobre retorno													
44																											
45											Institucionais			Melhor sinalização de custos													
46																											
47											Institucionais			Elevado custo marginal de amplificação													
48																											
49											Ambientais			Burocracia na obtenção de licenças ambientais													

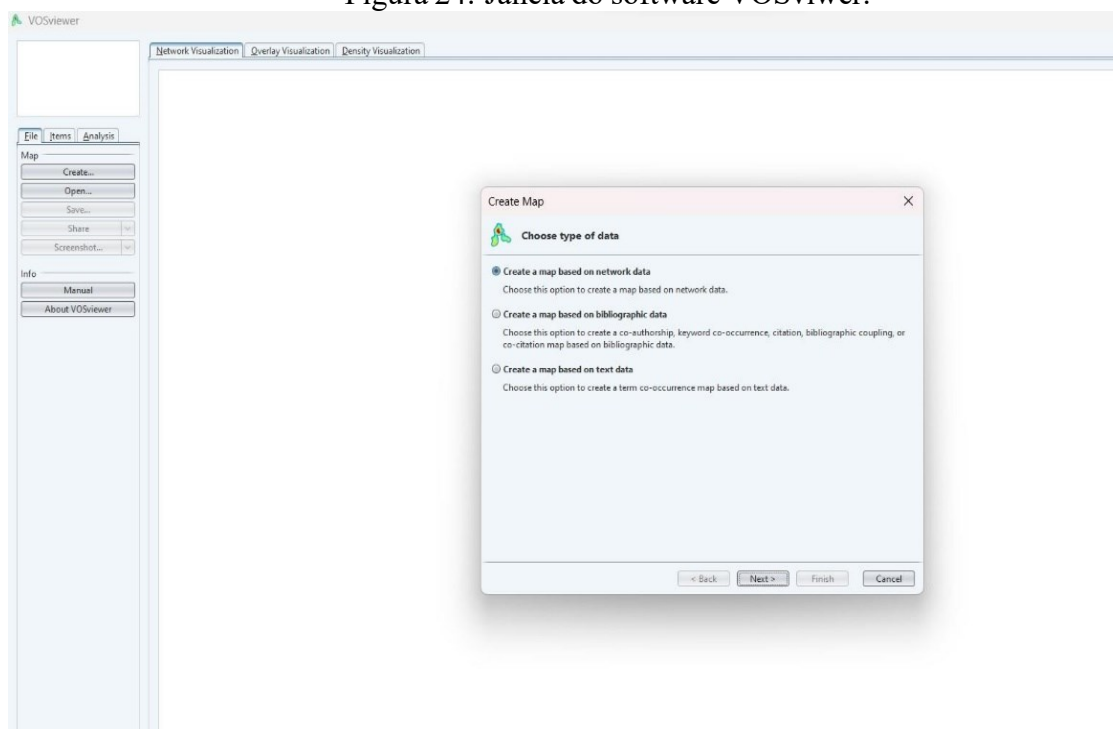
Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

- **VOSviewer**

VOSviewer é uma ferramenta de software para construção e visualização de redes bibliométricas. Como periódicos, pesquisadores ou publicações individuais e podem ser construídas com base em relações de citação, acoplamento bibliográfico, co-citação ou coautoria.

Pode ser usada também para construir e visualizar redes de co-ocorrência extraídos da literatura. O software foi utilizado para realizar a análise de relação de colaboração entre autores. Na Figura 24 é possível observar uma janela com o software VOSviewer.

Figura 24: Janela do software VOSviewer.



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

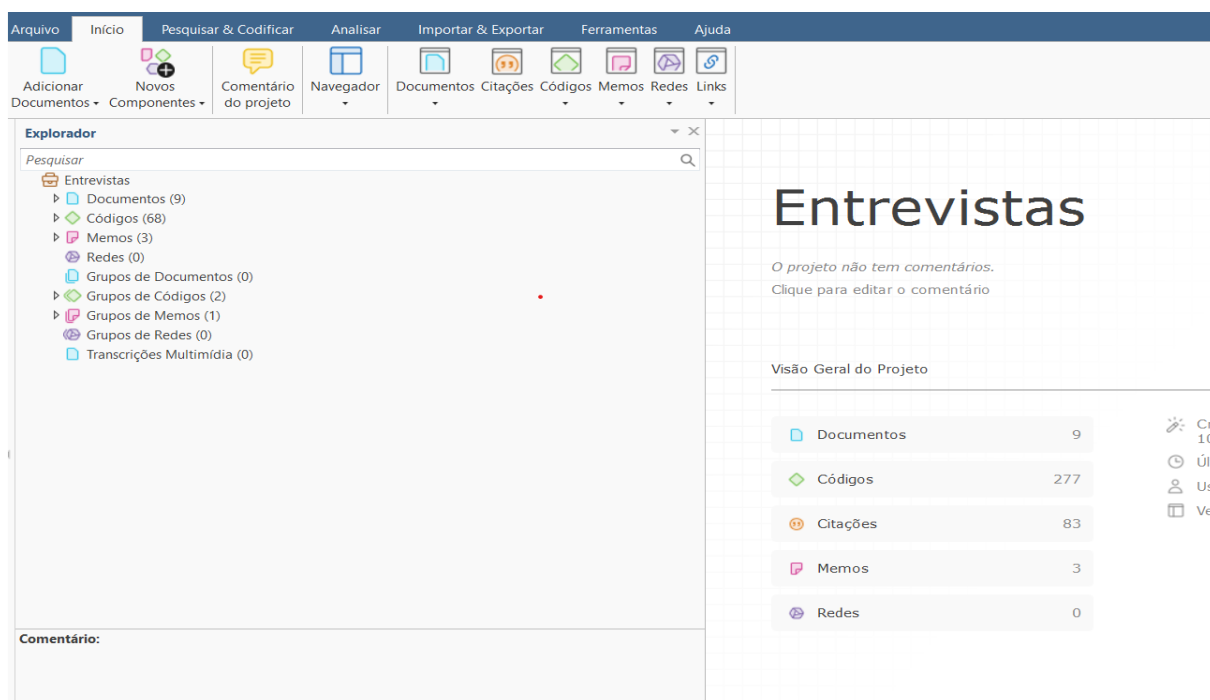
- **Atlas TI**

O software *Atlas.ti* é uma ferramenta para análise de dados qualitativos que, de acordo com Cantero (2014), pode ser valiosa na formação em pesquisa qualitativa. Ele proporciona maior visibilidade e transparência à análise de dados. Na Figura 25, é possível observar uma janela com o software.

A exploração e tratamento dos dados, realizados por meio do uso do software, possibilitaram uma interpretação mais profunda das entrevistas, resultando em insights significativos sobre seu conteúdo. Os procedimentos adotados na utilização do software foram os seguintes:

- Preparação e tratamento dos dados;
- Carregamento dos dados brutos das entrevistas;
- Processo de codificação dos dados;
- Geração de gráficos e relatórios;
- Análise e interpretação dos resultados obtidos.

Figura 25: Janela do software ATLAS.ti.



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

Dentre as análises realizadas, foi construído um treemap. Esse recurso é uma técnica de visualização de dados que organiza informações hierarquicamente em retângulos aninhados, onde o tamanho de cada retângulo representa uma medida específica, como frequência de ocorrência de palavras, por exemplo.

Nesse contexto, o treemap é uma ferramenta eficaz para apresentar de forma clara e visual as relações entre os elementos e suas respectivas frequências. Ele permite uma rápida compreensão das tendências e padrões nos dados, facilitando a identificação de *insights* importantes e a comunicação eficaz dos resultados da análise. No caso específico mencionado, o treemap foi utilizado para representar as palavras-chave relacionadas aos modelos de negócios da energia solar fotovoltaica: barreiras e desafios, destacando as questões mais relevantes e suas frequências de ocorrência nas entrevistas realizadas.

Outro ponto avaliado na pesquisa foi o diagrama de sankey. Essa ferramenta é uma poderosa forma de visualização de dados que ilustra o fluxo de informações, energia, materiais, ou qualquer outra grandeza em um sistema. Ele é composto por setas de diferentes espessuras que representam a magnitude do fluxo entre diferentes categorias ou estados dentro do sistema. As larguras das setas são proporcionais à quantidade de fluxo que estão representando, permitindo uma rápida compreensão das proporções relativas entre os diferentes elementos do sistema.

O diagrama de Sankey é frequentemente utilizado em uma variedade de campos, como engenharia, economia, meio ambiente e ciências sociais, para visualizar e analisar fluxos de recursos, energia, dinheiro, entre outros. Ele pode destacar padrões, tendências e gargalos

dentro do sistema, auxiliando na identificação de oportunidades de otimização, tomada de decisão e comunicação de resultados complexos de forma acessível e intuitiva.

E por fim, foi realizada a análise de redes. Essas redes oferecem uma abordagem poderosa para alcançar três objetivos importantes na análise de dados. Elas permitem visualizar e compreender as complexas interconexões entre os diferentes elementos do seu conjunto de dados, identificar padrões e relacionamentos significativos e explorar *insights* valiosos que podem não ser facilmente perceptíveis em uma análise tradicional.

Desta forma, essas redes são modeladas usando o Editor de Rede, um espaço de trabalho intuitivo que não só permite criar visualizações claras e informativas, mas também é esteticamente agradável. Assim, foram construídas, ao todo, 7 redes, cada uma correspondente a uma função do TIS. Isso possibilitou realizar uma análise precisa, comunicando as respostas dos entrevistados de uma maneira visual e interessante.

4 Resultados e Discussões

Este capítulo está dividido em 4 sessões de análises, sendo elas: i) mapeamento dos modelos de negócios; ii) Análise dos Fatores Reguladores e dos Desafios na Adoção e Crescimento dos Modelos de Negócios Fotovoltaicos no Brasil; iii) Diagnóstico do TIS enfrentados pelos modelos de negócios fotovoltaicos no Brasil; iv) Recomendações Estratégicas para superar as Barreiras do setor Fotovoltaico no Brasil.

4.1 Mapeamento dos Modelos de Negócios

As principais barreiras encontradas na literatura, nos 42 artigos finais para análise de conteúdo/sistêmica, e descritas para implementação da geração distribuída, podem ser divididas em oito (8) classes, segundo Romagnoli (2005) sendo elas: i) Barreiras Regulatórias; ii) Barreiras Sociais e Culturais; iii) Barreiras Institucionais; iv) Barreiras Ambientais; v) Barreiras Econômicas e Políticas; vi) Barreiras Técnicas e Tecnológicas; vii) Barreiras na Operação do Sistema; viii) Barreiras de Mercado.

Em relação às *barreiras regulatórias*, um fator a apontar seria a questão tarifária de transmissão e distribuição. São necessárias regulações das tarifas vigentes para interconexão aos sistemas de transmissão e distribuição. Obstáculos são apresentados como alterações econômicas, os subsídios cruzados entre os grupos tarifários das concessionárias, desigualdade entre as tarifas nos diferentes postos tarifários, e o desligamento econômico das tarifas do gás e das tarifas de eletricidade (Romagnoli et al., 2005). Para Paula (2016), o Brasil necessita de regulações adequadas para difusão de fontes de energias renováveis, assim como reformulação das regulações já existentes, possibilitando a venda de energia para o produtor.

Sobre as *barreiras sociais e culturais*, existem um certo desconhecimento sob as fontes renováveis, suas aceleradas taxas de evolução, seu custo decrescente e seu nicho de mercado, no que se refere ao atendimento a regiões remotas e com alto custo marginal de expansão, gerando uma análise tendenciosa e pessimista quanto ao verdadeiro potencial destas fontes (Painuly, 2001).

Existe a necessidade de uma melhora e uma abrangência maior na divulgação das informações sobre a grandeza dos custos envolvidos na instalação de um sistema fotovoltaico em uma residência, bem como sobre o elevado tempo de retorno ou payback do investimento, alto para o consumidor brasileiro, que não é adepto a investimentos dessa natureza (Elgamal, 2016).

Já nas *barreiras institucionais*, pode-se apontar a estrutura tarifária das concessionárias. As concessionárias ainda não possuem uma estrutura tarifária em tempo real,

ou a curto prazo, de modo que sinalizem melhor os custos reais de abastecimento num dado momento, do que variações no ano e a condição dos reservatórios (de Souza Costa, 2018).

Outro ponto relevante trata-se sobre as informações de custo, sendo as instalações da GD em regiões com autorização da distribuidora, possuindo elevado custo marginal para ampliação (Romagnoli et al., 2005). A competição entre produtores servirá para que haja aperfeiçoamento e eficiência econômica nas implantações da GD (Painuly, 2001).

Para as *barreiras ambientais*, menciona-se a burocracia na obtenção de licenças ambientais, como à falta de regulamentação para os requisitos de conexão. A burocracia excessiva na fase de permissão e obtenção de licenças ambientais pode atrasar a construção do empreendimento, além de aumentar seus custos. Outro fator apontado nesta classe refere-se à mensuração dos custos evitados e das externalidades ambientais (Painuly, 2001).

Já Salamoni (2009) aborda que, diferente dos países desenvolvidos, o Brasil não apresenta problemas ambientais relacionados a uma geração de energia a partir de combustíveis fósseis. Apresentando a inexistência de atividades direcionadas ao investimento e utilização dessa tecnologia.

Para as *barreiras econômicas e políticas*, pode-se mensurar as instituições financeiras, no qual o setor financie e amplie o fluxo de investimentos, e isso dependeria basicamente de uma estabilidade regulatória do setor. A construção e implementação de novos modelos de negócio. Fatores envolvendo as tributações excessivas, mensurações da volatilidade de preços dos combustíveis fósseis, custos com combustível, altas taxas para importação de equipamentos no caso de fontes renováveis, subsídios para fontes convencionais, instabilidades macroeconômicas, poucos recursos destinados a projetos de P&D na área, falta de infraestrutura para implementação de fontes renováveis e a carência de mais programas de incentivo às fontes renováveis (Romagnoli et al., 2005).

As *barreiras econômicas* estão normalmente relacionado com o alto custo de aquisição dos sistemas FV e também sofrem influência do preço da energia elétrica adquirida da concessionária, que afeta diretamente o tempo de retorno do investimento. Os custos resultantes dos serviços de manutenção no equipamento também são considerado barreiras econômicas, e a concorrência com outros investimentos mais lucrativos (de Souza Costa, 2018).

Se tratando de *barreiras técnicas e tecnológicas*, existem ainda muitas tecnologias com pouca maturidade, e que, portanto, podem apresentar elevados custos de implantação, ou ainda não apresentar índices de confiabilidade satisfatórios. Sobre a qualidade de energia, no que se refere ao controle da frequência, caso a entrada de GD vinda de produtores independentes não seja cuidadosamente planejada, o operador do sistema pode apresentar maior dificuldade em promover o sistema, prejudicando as unidades geradoras (Romagnoli et al., 2005; Willis,

2018).

Na *operação do sistema*, podemos mencionar barreiras relacionadas a segurança do sistema, barreiras de conexão e fontes de energia com pouca previsibilidade (Willis, 2018).

Nas *barreiras de mercado*, a falta de instituições profissionais são referenciadas. A criação de novas associações são de grande importância, sendo um fator de força para os investidores junto ao governo em modificações de legislações, visando a diminuição de barreiras regulatórias (PORTALGD, 2004; Romagnoli et al., 2005).

No Brasil, as decisões em relação ao setor energético são direcionadas aos órgãos do governo federal, apresentando barreiras devido as várias mudanças em cargos envolvidos com a matriz solar fotovoltaica, dificultando o repasse de trocas e informações com quem desconhece as vantagens da utilização da tecnologia (Salamoni, 2009).

Em comparação com a maioria dos países desenvolvidos, a instabilidade da economia brasileira é uma das grandes barreiras para a inserção da energia solar fotovoltaica, uma vez que não encoraja investimentos e nem garante uma segurança. O setor elétrico brasileiro vem ao longo dos anos sofrendo com os efeitos da inexistência de um mecanismo regulatório claro, consistente e duradouro, que reduza as incertezas, que são consideradas uma das maiores barreiras aos novos investimentos no setor. Criando incertezas no qual investidores não se sintam seguros para investirem numa tecnologia que não está madura nem bem suportada por leis (Costa et al., 2019).

Salamoni (2009) também apresenta como barreiras a ausência de disseminação da informação para políticos, agentes e população em geral sobre os benefícios da utilização da energia fotovoltaica. A ausência da participação dos agentes e da comunidade nas escolhas e projetos do setor e, a ausência de um marco regulatório de caráter orientador para o setor, uma vez que as constantes mudanças e anúncio de normas e medidas provisórias criam um clima de incerteza para os investidores e tem inibido a ampliação de negócios em fontes alternativas de energia no Brasil.

A ausência de mecanismos de financiamento dos FV é uma barreira que impacta negativamente sua difusão. Políticas que permitam a ampla utilização da tecnologia sob diversas formas de comercialização, também são capazes de ampliar o processo de difusão. Por fim, as barreiras administrativas também afetam a comercialização dos FV, uma vez que a ausência de mão de obra capacitada tecnicamente para condução dos projetos pode reduzir a taxa de difusão (Costa et al., 2019).

Campos (2020) apresenta as barreiras em cinco classes, financeiras e de rentabilidade, conscientização e comportamentais, regulatórias e institucionais, tecnológicos e recursos das empresas.

As *barreiras financeiras e de rentabilidade*, estão relacionadas aos elevados custos de aquisição dos sistemas, que resultam em um longo período de retorno dos investimentos, diminuindo a demanda pelo produto, especialmente para o setor residencial. Além disso, há os custos adicionais, como a manutenção e operação, bem como os custos relacionados à conexão do SFV à rede da concessionária. As linhas de financiamento nem sempre são atrativas ou estão disponíveis para determinados setores, inibindo a busca de empréstimos para compensar a falta de recursos para compra do sistema de GD (Camargo, 2015; de Souza Costa, 2018).

Segundo Horváth e Szabó (2018), a conscientização e informação dos clientes são elementos fundamentais no mercado de energia renovável. Determinados segmentos de clientes não são qualificáveis, dada a falta de conhecimento da tecnologia ou de informações sobre os benefícios da energia renovável. Barreiras comportamentais e preocupações relacionadas a investimentos influenciam a decisão do cliente. Em geral, as pessoas apresentam aversão ao risco e não reconhecem as vantagens oferecidas pela tecnologia (Campos, 2020; Horváth, 2018).

Barreiras regulatórias e institucionais estão relacionadas às deficiências da legislação, à ausência de políticas ambientais e energéticas em determinados governos, e à instabilidade regulatória. As alterações nos mecanismos de incentivos, como o *feed-in tariff* ou *net metering*, à falta de subsídios tributários ou o baixo preço da energia convencional, combinados com os altos custos dos sistemas FV, formam uma série de barreiras para implantação da tecnologia. Portanto, a estabilidade regulatória e os programas de governos são fundamentais para aumentar a confiabilidade do consumidor e para atrair investidores (Horváth, 2018).

A capacidade e confiabilidade da rede elétrica para absorver o aumento do número de conexões, bem como a produtividade dos sistemas fotovoltaicos, constituem questões críticas, do ponto de vista tecnológico. A rede da concessionária deve ser capaz de absorver as alterações no fluxo da energia e promover a segurança no suprimento. Dessa forma, investimentos em tecnologia são fundamentais para garantir a qualidade da rede. Quanto aos sistemas FV, um desempenho baixo da geração influenciará negativamente o retorno do investimento, desestimulando a aquisição (Campos, 2020).

A última barreira mencionada pelos autores refere-se à *falta de competência técnica e gerencial na condução dos negócios por parte de algumas empresas*. As concessionárias de energia, por exemplo, não desenvolveram os seus negócios, produtos ou serviços para criar valor à GD no segmento de clientes residenciais. Companhias que atuam no mercado apresentam deficiências na gestão de seus negócios e qualificação técnica, atividades-chave para criação de valor e operacionalização da empresa (Horváth, 2018).

O Quadro 3 apresenta-se as categorias de motivação, desafios, incentivos, sistemas

tarifários, participação dos atores e os resultados alcançados na implantação do sistema de geração de energia solar fotovoltaica pelo Brasil. O Apêndice C mostra com maiores detalhes as barreiras.

Quadro 3: Motivação, incentivos e desafios da tecnologia solar fotovoltaica.

Categoria	Brasil	Questionário
Motivação e benefícios para implementação	Área extensa com altos níveis de irradiação.	Criação de novas usinas de energia solar.
Desafios	Políticas públicas de incentivos.	Programas de benefícios oferecidos pelo governo.
Incentivo fiscal/Financeiro	Programa luz para todos. Desconto na TUSD e TUST pela Resolução normativa ANEEL 481/2012. Leilão de energia.	Maiores possibilidades para ANEEL 481/2012.
Sistema tarifário diferenciado ao consumidor	Regras para <i>Net Metering</i> (Geração própria de energia e banco de créditos).	Incentivos para geração própria de energia e banco de créditos.
Participação Governo/Empresa/Consumidor	Empresas sem incentivo fiscal e impostos altos. Consumidor com dificuldade de aquisição devido ao custo da tecnologia.	Incentivos para o consumidor e empresas. Mais financiamentos para a tecnologia.

Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

Dessa forma, com base nas barreiras identificadas na literatura, foi desenvolvido um questionário semiestruturado (disponível no Capítulo 3 e Apêndice A) para verificar se essas barreiras são de fato reconhecidas pelas empresas em cada item do Sistema Tecnológico de Inovação (TIS), de forma a validá-las, o próximo tópico mostrará com mais detalhes esse passo.

4.2 Análise dos Fatores Reguladores e dos Desafios na Adoção e Crescimento dos Modelos de Negócios Fotovoltaicos no Brasil

Nesta pesquisa, foram realizadas dezesseis entrevistas entre novembro de 2023 a fevereiro de 2024. Todas as entrevistas foram conduzidas remotamente. Os resultados das entrevistas consistiram em 192 respostas relacionadas ao setor.

Nesse contexto, mais da metade dos entrevistados são empreendedores, como apresenta a Figura 26. Isso se deve a expansão da tecnologia no setor elétrico Brasileiro, como a criação de novas empresas nos últimos anos. Além disso, foi possível entrevistar representantes do meio acadêmico, compreendendo 19% dos entrevistados.

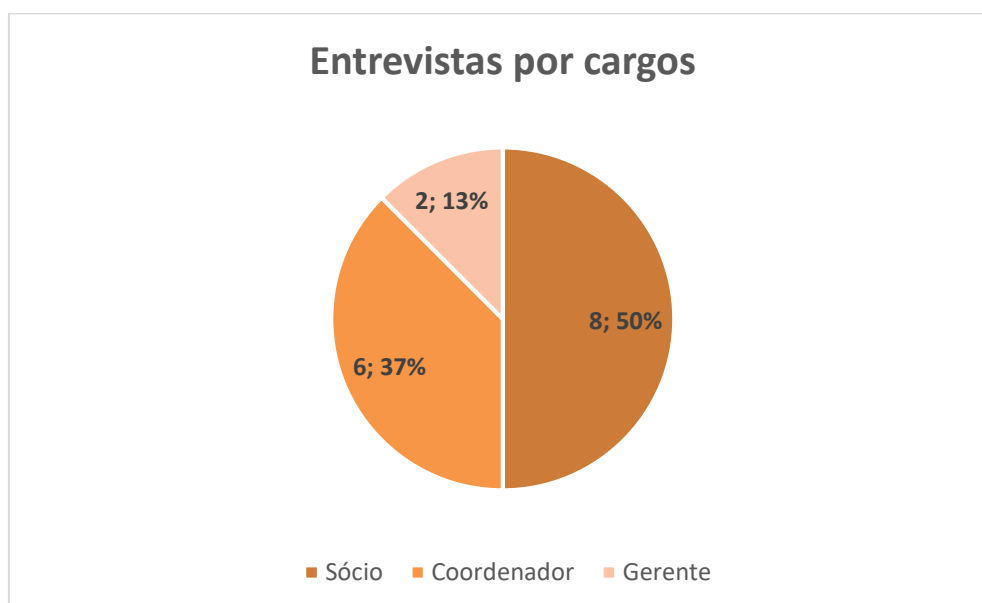
Figura 26: Tipos de atores.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2024.

É importante destacar que todos os entrevistados ocupavam cargos de liderança e apresentam poder decisório em suas respectivas instituições, como mostra Figura 27. Dentro desse grupo, 50% ocupavam os mais altos níveis das instituições, como cargos de diretoria, enquanto os demais estavam em posições gerenciais. Isso contribui para garantir que as perspectivas coletadas nas entrevistas refletissem uma visão abrangente e informada sobre a temática em questão.

Figura 27: Tipos de cargos.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2024.

Os roteiros de entrevistas iniciam com questões que visavam proporcionar uma apresentação do entrevistado (conforme Apêndice A). Na sequência, as perguntas abordavam a visão do entrevistado sobre as demais perspectivas e questão da tecnologia. Essa estrutura permitiu uma abordagem abrangente dos temas pertinentes ao estudo.

Desenvolvimento e Difusão do Conhecimento

Inicialmente, a função TIS relacionada foi a de *Desenvolvimento e Difusão do conhecimento*. Dentro dessa função, a questão trazida mencionou os seguintes aspectos: “*Comente a respeito dos projetos e Investimentos em conhecimento, adquiridos por sua instituição. Assim como a troca de informações e atualizações da tecnologia, com universidades e instituições de pesquisa*”. Os entrevistados levantaram diversas questões sobre o tema. Em todas as discussões realizadas, tornou-se evidente que as empresas entrevistadas têm mantido pouco contato com as universidades e outros órgãos relacionados à pesquisa e desenvolvimento de tecnologia. Eles mencionaram que o conhecimento adquirido geralmente provém de eventos, cursos e palestras, muitos dos quais são organizados por empresas privadas. Olhando para essa situação, parece que o relacionamento entre as empresas e as instituições de pesquisa está um tanto distante.

Empresas e integradores revelaram que os treinamentos e conhecimentos adquiridos são geralmente conduzidos por meio de consultorias de engenheiros experientes no mercado. Notou-se a ausência de parcerias ou troca de informações com universidades. Em vez disso, o entendimento e as atualizações são obtidos por meio de pesquisas de mercado e experiências consolidadas em implantações fora do Brasil. Muitas empresas investem na capacitação de seus funcionários, seja através de participação em palestras ou por meio de investimentos no setor de engenharia, possibilitando a realização de treinamentos. Esses treinamentos são voltados para lidar com problemas como manutenção corretiva dos equipamentos.

- Declarações que se convergem na Função TIS - *Desenvolvimento e Difusão do conhecimento*

As principais falas que convergem no texto estão relacionadas à falta de interação entre empresas e instituições de pesquisa, bem como à dependência de treinamentos conduzidos por consultorias e experiências consolidadas em implantações fora do Brasil. Essas falas ressaltam a ausência de parcerias e troca de informações com universidades, destacando que o conhecimento adquirido geralmente provém de eventos, cursos e palestras organizados por empresas privadas. Além disso, abordam os investimentos das empresas na capacitação de seus funcionários, visando lidar com desafios como a manutenção corretiva dos equipamentos.

O Entrevistado 3 sugere uma possível desconexão entre a pesquisa acadêmica e as necessidades do mercado industrial. Enquanto as empresas dependem principalmente de

consultorias e experiências práticas para adquirir conhecimento e realizar treinamentos, parece haver uma subutilização das oportunidades de colaboração com universidades e instituições de pesquisa.

Já a Eltro Solar traz que a ausência de parcerias e troca de informações com universidades pode limitar o acesso a pesquisas de ponta, inovações tecnológicas e novos insights que poderiam impulsionar o desenvolvimento e a competitividade das empresas. Além disso, o Entrevistado 16 também menciona que a falta de interação pode contribuir para a estagnação do setor industrial em relação às últimas descobertas científicas e avanços tecnológicos.

É importante ressaltar que o estabelecimento de parcerias entre empresas e instituições de pesquisa pode trazer uma série de benefícios mútuos. Isso inclui acesso a financiamento para projetos de pesquisa, oportunidades de colaboração em projetos inovadores, compartilhamento de recursos e conhecimentos especializados, e até mesmo a possibilidade de desenvolver soluções personalizadas para os desafios específicos enfrentados pelas empresas.

Portanto, para impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação, é fundamental promover uma maior integração e colaboração entre empresas e instituições de pesquisa, incentivando a formação de parcerias estratégicas que possam beneficiar ambas as partes e impulsionar o progresso industrial.

Direcionamento da Pesquisa

Outra função do TIS analisada nas entrevistas, se referia ao ***Direcionamento da Pesquisa***. A primeira questão apresentada que relaciona essa função, trouxe aspectos como: “*Qual/Como é a sua visão a respeito do desenvolvimento e crescimento de mercado nos próximos anos, da energia solar fotovoltaica*”.

Esse tema foi consideravelmente discutido, trazendo relevante impacto e diferentes abordagens dentre os entrevistados. O mercado de energia solar fotovoltaica teve um crescimento expressivo, mas, ainda tem um longo amadurecimento pela frente. Novas tecnologias e novas demandas surgem todos os anos, então empresas estão sempre correndo atrás de entender as novas tecnologias, legislações e demandas dos consumidores para entregar soluções pertinentes. Esse crescimento expressivo, possui uma aceitação gigantesca do público que quer aderir ao investimento. No entanto, esse aumento está atrelado a possibilidade de as concessionárias terem disponibilidade em suportar tal aumento, já que algumas como a CEMIG, por exemplo, sofre com fluxo reverso e sobrecarga de subestações. Ou seja, fatores que precisam de ações a serem criadas, além de maior discussão entre os envolvidos.

Alegam que a falta de apoio do governo para fomentar o desenvolvimento de tecnologias internas é existente, sendo necessário uma visão sistemática e ações direcionadas ao problema.

Com o ambiente regulado, não há tanta perspectiva de crescimento do setor. A preocupação aparente é que com o tempo, sustentarão apenas as empresas mais preparadas e estruturadas para inovar em forma de modelo de negócios. Os lucros deverão vir de outros modelos de negócios a explorar com Mercado Livre de Energia, por exemplo, e outros modelos de abatimento como aluguel de usinas, etc.

Em 2023, o setor enfrentou desafios significativos devido à mudança na Lei 14.300/22, que teve impactos importantes sobre os consumidores. Essa lei trouxe alterações nas regulamentações relacionadas à geração e consumo de energia, o que pode ter causado apreensão em muitos consumidores. Por outro lado, houve uma redução de 30% no preço dos kits fotovoltaicos, tornando-os mais acessíveis para a classe B e até mesmo para a classe C. Isso certamente representou uma oportunidade para um segmento mais amplo da população adotar sistemas de energia solar em suas residências e estabelecimentos comerciais.

As previsões para 2024 indicam um mercado aquecido tanto para projetos residenciais quanto comerciais, sugerindo um crescimento contínuo no setor. Uma tendência emergente para este ano é a proliferação de usinas de investimentos. Essas usinas permitem que investidores comprem cotas de uma instalação solar centralizada e compartilhem os benefícios da geração de energia renovável, mesmo sem instalar painéis em suas próprias propriedades. Essa abordagem inovadora pode democratizar ainda mais o acesso à energia solar e impulsionar o crescimento do mercado como um todo.

O mercado de energia solar fotovoltaica está experimentando uma rápida expansão, porém, ainda carece de regras mais específicas, especialmente relacionadas à atuação e comercialização dos módulos e sistemas fotovoltaicos. Esse crescimento exponencial é impulsionado pela queda dos custos de aquisição, avanços tecnológicos nos módulos e inversores, e o estabelecimento de novas linhas de crédito, tornando a energia solar mais acessível e atrativa para os consumidores.

Para os próximos anos, é possível que esse crescimento comece a se estabilizar à medida que os valores e financiamentos se ajustam. A perspectiva é de um crescimento mais moderado, à medida que o mercado amadurece e se adapta às condições econômicas e regulatórias em constante evolução. No entanto, ainda há um grande potencial de expansão, especialmente à medida que a conscientização sobre os benefícios da energia solar continua a aumentar e novas oportunidades de mercado surgem.

O nicho das energias renováveis, incluindo a instalação de painéis fotovoltaicos, enfrentou uma série de desafios, desde a falta de conscientização por parte do público-alvo sobre seus benefícios até a dependência de uma economia sujeita a ciclos governamentais que podem afetar o setor. Considerando esse histórico e vivências na área, a perspectiva é de um amplo espaço para crescimento e aprimoramento no mercado, e que ele continuará a prosperar

apesar de contratempos variados.

As projeções indicam um contínuo crescimento do mercado de energia no Brasil até 2050 e além, especialmente devido à crescente demanda resultante da transição da mobilidade de combustão para elétrica, além do aumento do uso do Hidrogênio Verde. Esses fatores sugerem que o mercado energético não deve estagnar após essa data, mas sim continuar a expandir-se para atender às necessidades energéticas em evolução do país.

Em Minas Gerais, alguns dos problemas associados à expansão da energia solar fotovoltaica incluem restrições significativas relacionadas à inversão de fluxo, o que tem impedido o crescimento da geração com custos mais baixos. É previsível que haja um aumento significativo nos sistemas de geração híbrida, que combinam energia solar com bancos de baterias para permitir a injeção de energia em horários alternativos. Essa abordagem pode ajudar a contornar os desafios atuais e promover um desenvolvimento mais sustentável da energia solar no estado.

Uma outra questão relacionada à função mencionou o seguinte tema: “*Comente sobre as políticas públicas direcionadas a expansão da tecnologia*”. Os aspectos apresentados destacam os incentivos direcionados à energia fotovoltaica, uma vez que a tecnologia sempre recebeu consideráveis benefícios fiscais. Esses incentivos são essenciais, pois os custos dos equipamentos fotovoltaicos são geralmente elevados. No entanto, além dos incentivos fiscais, há pouca facilidade no relacionamento com as concessionárias de energia e os órgãos reguladores.

É verdade que as políticas podem desempenhar um papel fundamental no estímulo ao crescimento do mercado de energia solar fotovoltaica. Incentivos governamentais, como subsídios, tarifas de alimentação (feed-in tariffs) e créditos fiscais, podem reduzir os custos iniciais para os consumidores e aumentar a atratividade dos investimentos em energia solar.

Por outro lado, os projetos de impostos podem representar um desafio para o mercado. Impostos diretos sobre a energia solar ou seus componentes podem aumentar os custos para os consumidores e tornar a energia solar menos competitiva em relação a outras fontes de energia. Além disso, a incerteza em torno de políticas tributárias pode criar hesitação nos investidores afetar negativamente a confiança no mercado.

Portanto, é importante que as políticas governamentais sejam cuidadosamente formuladas para equilibrar o estímulo ao crescimento do mercado com a necessidade de uma base tributária estável e justa. O objetivo deve ser criar um ambiente regulatório que promova a sustentabilidade e o desenvolvimento do setor de energia solar fotovoltaica, ao mesmo tempo em que protege os interesses dos consumidores e da economia como um todo.

É verdade que a mídia pode desempenhar um papel significativo na formação da opinião pública sobre as energias renováveis, e muitas vezes há um interesse em promover essas fontes

de energia como alternativas sustentáveis. No entanto, também é válido apontar que o investimento na produção dos equipamentos necessários para a geração de energia renovável é crucial para impulsionar verdadeiramente a transformação do setor.

No Brasil, o custo dos equipamentos é frequentemente citado como um obstáculo para a adoção em larga escala da energia renovável. É lamentável que, embora haja políticas que aumentem os impostos de importação desses equipamentos, não haja um incentivo equivalente para promover a produção interna. O estímulo à fabricação nacional dos componentes essenciais para a energia renovável não apenas reduziria os custos a longo prazo, mas também criaria empregos e fortaleceria a economia local.

A Lei 14.300, aprovada em 2022 e em vigor a partir de 2023, foi mencionada como um fator que desacelerou a expansão do setor de energia solar no Brasil. É essencial reconhecer que os créditos para financiamento de sistemas fotovoltaicos, sejam eles destinados a áreas rurais, residenciais ou comerciais, desempenham um papel crucial no fomento do mercado.

Esses créditos oferecem aos consumidores uma oportunidade viável para investir em sistemas fotovoltaicos, reduzindo os custos iniciais e incentivando a adoção da energia solar. Além disso, ajudam a democratizar o acesso à energia renovável, tornando-a mais acessível para uma variedade de públicos, desde pequenos proprietários rurais até grandes empresas comerciais.

A criação de novas linhas de crédito com incentivos direcionados à população menos favorecida certamente impulsionaria a demanda por energia solar. Essas iniciativas podem ser extremamente eficazes em tornar a energia solar mais acessível e atrativa para um segmento da população que pode ter dificuldades financeiras para investir em sistemas fotovoltaicos.

Ao oferecer condições de financiamento favoráveis, como taxas de juros mais baixas, prazos estendidos de pagamento e até mesmo subsídios, as novas linhas de crédito podem reduzir significativamente as barreiras financeiras para a adoção da energia solar. Isso não apenas beneficia os indivíduos e famílias de baixa renda, mas também contribui para o crescimento sustentável do mercado de energia solar como um todo.

Além disso, ao incentivar a adoção de energia solar entre a população menos favorecida, essas iniciativas podem ter impactos positivos, como a redução da desigualdade energética, o aumento da segurança energética e a criação de empregos locais na indústria solar.

Definitivamente, as empresas fornecedoras de tecnologia solar podem desempenhar um papel crucial no avanço da adoção de energias renováveis. Uma estratégia eficaz seria incentivar essas empresas a investir em tecnologias que sejam complementares à energia solar e que promovam ainda mais sua utilização.

Isso poderia incluir o desenvolvimento de inversores e painéis solares mais eficientes, duráveis e acessíveis, que permitam uma maior integração de sistemas solares em residências,

empresas e empreendimentos comerciais. Além disso, investir em soluções que complementem a energia solar, como carros elétricos e sistemas inteligentes de monitoramento de consumo de energia, pode criar sinergias que impulsionam a adoção de energias renováveis de forma mais abrangente.

Ao oferecer soluções integradas que incentivem o uso de energia solar e promovam práticas sustentáveis, as empresas fornecedoras de tecnologia podem não apenas expandir seu mercado, mas também contribuir para a construção de um futuro mais verde e sustentável. Essa abordagem alinha os interesses comerciais com os objetivos de sustentabilidade, resultando em benefícios tanto para as empresas quanto para o meio ambiente e a sociedade como um todo.

- Declarações que se convergem na Função TIS - *Direcionamento da Pesquisa*

As principais declarações convergem em alguns pontos essenciais. Primeiro, a respeito do crescimento do mercado de energia solar fotovoltaica. É destacado um crescimento expressivo do mercado de energia solar, mas também reconhecido que o setor ainda tem um longo caminho a percorrer em termos de amadurecimento.

Em relação a desafios e preocupações, o Entrevistado 1 menciona que há uma preocupação com a capacidade das concessionárias de energia em lidar com o aumento da demanda e os desafios regulatórios enfrentados pelo setor, bem como a falta de apoio do governo para fomentar o desenvolvimento tecnológico interno.

Um ponto também abordado pelo Entrevistado 7 refere-se às mudanças regulatórias e ao impacto nos consumidores. Mudanças na legislação, como a Lei 14.300/22, podem ter impactos significativos nos consumidores, embora também tenha havido uma redução nos preços dos kits fotovoltaicos, tornando-os mais acessíveis para uma parcela mais ampla da população.

É relatado a respeito de tendências emergentes, como a proliferação de usinas de investimentos, que permitem que investidores comprem cotas de instalações solares compartilhadas. Além disso, há previsões de um mercado aquecido tanto para projetos residenciais quanto comerciais, com um aumento significativo nos sistemas de geração híbrida.

Em relação a desafios e preocupações, o Entrevistado 1 menciona que há uma preocupação com a capacidade das concessionárias de energia em lidar com o aumento da demanda e os desafios regulatórios enfrentados pelo setor, bem como a falta de apoio do governo para fomentar o desenvolvimento tecnológico interno.

Um ponto também abordado pelo Entrevistado 7, se refere as mudanças regulatórias e impacto nos consumidores. Mudanças na legislação, como a Lei 14.300/22, podem ter impactos significativos nos consumidores, embora também tenha havido uma redução nos preços dos kits fotovoltaicos, tornando-os mais acessíveis para uma parcela mais ampla da população.

É retratado a respeito de tendências emergentes, como a proliferação de usinas de investimentos, que permitem que investidores comprem cotas de instalações solares compartilhadas. Além disso, há previsões de um mercado aquecido tanto para projetos residenciais quanto comerciais, com um aumento significativo nos sistemas de geração híbrida.

Sobre perspectivas de crescimento contínuo, o Entrevistado 3 menciona que apesar dos desafios e contratempos, há uma perspectiva otimista de crescimento contínuo do mercado de energia solar no Brasil, impulsionado pela transição para a mobilidade elétrica e o aumento do uso de hidrogênio verde (H2V).

O Entrevistado 9 traz uma visão a respeito dos incentivos fiscais e políticas governamentais, sobre a existência de uma ênfase na importância dos incentivos fiscais para tornar a energia fotovoltaica mais acessível, mas também uma preocupação com a falta de facilidade no relacionamento com as concessionárias de energia e órgãos reguladores. O Entrevistado 6 destaca a necessidade de políticas governamentais que equilibrem o estímulo ao crescimento do mercado com uma base tributária estável e justa.

Também é abordado a democratização do acesso à energia solar, a criação de novas linhas de crédito com incentivos direcionados à população menos favorecida é destacada como uma maneira eficaz de tornar a energia solar mais acessível e atrativa para um segmento da população com dificuldades financeiras. O Entrevistado 16 menciona que há uma chamada para as empresas invistam em tecnologias complementares à energia solar, como inversores e painéis solares mais eficientes e duráveis, além de soluções que promovam práticas sustentáveis, como carros elétricos e sistemas inteligentes de monitoramento de consumo de energia.

Atividade Empreendedora

Outra função explorada na pesquisa foi a **Atividade Empreendedora**, que envolveu questões de avaliação entre os entrevistados como: *“Comente sobre as dificuldades enfrentadas pelas organizações no setor de energia solar fotovoltaica, com a aplicação dos modelos de negócios existentes”*.

A complexidade da legislação do setor elétrico pode realmente representar um desafio significativo para os novos participantes que desejam ingressar no mercado de energia solar. Leva tempo e esforço para compreender completamente as regulamentações e os procedimentos necessários para operar de forma legal e eficaz, o que pode criar incertezas e inseguranças para aqueles que estão começando.

Por outro lado, a baixa barreira de entrada no setor pode atrair indivíduos e empresas sem a devida experiência ou compromisso com a qualidade e a conformidade regulatória. Isso pode levar a práticas comerciais irresponsáveis, como vendas enganosas e instalações de baixa

qualidade, que prejudicam não apenas os clientes, mas também o mercado como um todo, minando a confiança do consumidor e potencialmente comprometendo o crescimento sustentável do setor.

Portanto, é crucial encontrar um equilíbrio entre facilitar o acesso ao mercado para novos participantes e garantir a integridade e a qualidade dos serviços prestados. Isso pode ser alcançado por meio de um reforço na regulamentação e na fiscalização, juntamente com a promoção de padrões de qualidade e práticas comerciais éticas por parte das empresas do setor. Ao fazer isso, podemos criar um ambiente mais saudável e confiável para o crescimento contínuo da energia solar no Brasil.

Alguns desafios são de fato, significativos e podem representar obstáculos substanciais para o desenvolvimento dos negócios no setor de energia solar. A interferência das concessionárias de energia, juntamente com políticas tributárias complexas e em constante mudança, cria um ambiente de negócios incerto e desafiador. A interpretação dúbia das leis, juntamente com múltiplas tributações e falta de fontes confiáveis de informação, pode aumentar ainda mais a confusão e a burocracia para os empreendedores. Isso pode dificultar a tomada de decisões informadas e planejamento estratégico eficaz para os modelos de negócio no setor de energia solar.

Além disso, o excesso de burocracia e exceções pode desencorajar os investimentos e inovações, impedindo o crescimento e o desenvolvimento do mercado de energia solar. A falta de estabilidade e previsibilidade devido a mudanças frequentes nas leis e tributos também pode prejudicar a confiança dos investidores e a sustentabilidade dos negócios a longo prazo.

A demanda por profissionais qualificados no setor de energia solar tem crescido rapidamente, mas a oferta de mão de obra especializada nem sempre consegue acompanhar esse ritmo. Isso pode ser atribuído à natureza relativamente nova e em rápida evolução do setor, bem como à falta de programas de treinamento e educação específicos para energias renováveis. Investir em programas de capacitação e qualificação profissional pode ajudar a resolver essa lacuna, fornecendo aos trabalhadores as habilidades necessárias para instalar, manter e gerenciar sistemas solares com eficiência e segurança.

Sobre a interação com as concessionárias de energia pode ser complexa devido a regulamentações específicas, processos de conexão à rede e tarifas de alimentação. Às vezes, as concessionárias podem apresentar resistência ou dificultar a integração de sistemas solares à rede elétrica. Melhorar a comunicação e a colaboração entre as empresas de energia solar e as concessionárias, bem como garantir regulamentações claras e justas, pode ajudar a superar esses desafios. Além disso, promover políticas que incentivem a geração distribuída e a integração de sistemas solares à rede elétrica pode beneficiar tanto o setor de energia solar quanto as concessionárias, estimulando o crescimento sustentável do mercado.

Uma outra dificuldade pode estar relacionada a estoques, já que a maioria das empresas não trabalha com estoque próprio, estando sujeitas a prazos de entrega prometidos pelos fornecedores e contratemplos na entrega. Um estoque próprio permite realizar entregas em prazos menores que os concorrentes, sendo um diferencial competitivo enorme.

Outra dificuldade enfrentada são as recentes reprovações por inversão de fluxo para projetos acima de 75 kW e interferências governamentais para possíveis taxações.

A segunda questão da função avaliada mencionou: “Comente qual melhor modelo acredita se enquadrar, diante dos padrões políticos existentes, para os empreendedores do setor”. Com certeza, a escolha do modelo de negócio no setor de energia solar depende muito dos recursos financeiros disponíveis e da estratégia de investimento de cada empreendedor.

O modelo de integrador, no qual envolve a instalação e integração de sistemas em residências, empresas e outras instalações, mostrou ser uma opção atraente para empreendedores com recursos financeiros limitados, pois geralmente requer um investimento inicial menor em comparação a outras opções.

Há quem trabalhe apenas com o fornecimento de kits fotovoltaicos. Uma distribuidora compra, armazena e distribui os kits completos para revendedores, instaladores e consumidores finais. Esse modelo pode ser mais adequado para empreendedores com mais recurso financeiros, pois envolver investimento em estoque, logística e operações de distribuição.

O modelo de consórcio para a compra de energia, especialmente no Mercado Livre de energia, pode ser uma opção muito interessante para empresas que buscam reduzir seus custos com energia elétrica. Esse modelo se torna vantajoso pela possibilidade de descontos significativos. Empresas que participam de consórcios para compra de energia podem obter descontos consideráveis no custo do kWh. Também, ao participar de um consórcio as empresas podem garantir preços estáveis e previsíveis para sua energia elétrica ao longo do tempo. Isso ajuda a mitigar riscos de flutuações nos preços de energia e facilita planejamento financeiro ao longo prazo.

O Mercado Livre de energia, oferece uma variedade de opções de contratações e prazos, permitindo que as empresas personalizem seus contratos de acordo com suas necessidades específicas de consumo e orçamento. As empresas no mercado livre de energia, possuem maior controle sobre sua fonte de energia e são menos dependentes das concessionárias locais. Isso pode proporcionar maior autonomia e flexibilidade no gerenciamento da energia.

No entanto, é importante destacar que o modelo de consórcio no Mercado Livre de energia pode não ser adequado para todas as empresas, pois requer um certo nível de consumo e pode envolver riscos associados às flutuações nos preços de energia. Portanto, é fundamental realizar uma análise cuidadosa dos custos, benefícios e riscos antes de tomar uma decisão sobre a participação em um consórcio de compra de energia.

Amplamente citado, o modelo “Turn Key” proporciona aos clientes uma solução integral e pronta para uso, cobrindo desde a concepção e design até a instalação e manutenção do sistema solar. Esse modelo pode ser atrativo para clientes que buscam uma abordagem simplificada e não possuem experiência técnica em energia solar.

Os integradores que oferecem soluções "Turn Key" devem dispor de uma equipe técnica qualificada e de uma rede de fornecedores confiáveis para assegurar a qualidade e eficiência dos projetos.

Outro modelo discutido foram o das Franquias. Nesse formato, é viável oferecer suporte e recursos adicionais para os franqueados, abrangendo treinamento, estratégias de marketing e acesso a redes de clientes já estabelecidas. Essa modalidade pode ser uma alternativa atraente para empreendedores interessados em ingressar no mercado de energia solar, mas que preferem contar com o respaldo e a expertise de uma marca consolidada. No entanto, as franquias podem implicar em taxas iniciais e contínuas, e os franqueados podem ter menos autonomia para tomar decisões independentes em comparação com os proprietários de negócios independentes.

Cada modelo tem suas próprias vantagens e desafios, e a escolha entre eles dependerá das prioridades, recursos e metas de negócios de cada empresa. O importante é realizar uma análise cuidadosa e considerar todos os fatores relevantes antes de decidir sobre o modelo de negócio mais adequado.

- Declarações que se convergem na Função TIS – *Atividade Empreendedora*

Nesta função, as falas se concentram em pontos como a complexidade da legislação e barreiras de entrada. Tanto a complexidade da legislação do setor elétrico quanto a baixa barreira de entrada podem criar desafios para novos participantes, dificultando a compreensão das regulamentações e gerando incertezas.

É trazido frases sobre a necessidade de equilíbrio entre acesso e qualidade. É crucial encontrar um equilíbrio entre facilitar o acesso ao mercado e garantir integridade e qualidade dos serviços prestados, através de regulamentação e fiscalização adequadas. Em relação aos desafios regulatórios e burocráticos, a interferência das concessionárias de energia, políticas tributárias complexas e interpretação dúbia das leis podem criar um ambiente de negócios incerto e desafiador.

Sobre a escassez de mão de obra qualificada, o Entrevistado 1 ressalta que a demanda por profissionais qualificados no setor de energia solar está crescendo rapidamente, mas a oferta de mão de obra especializada nem sempre acompanhada desse ritmo, destacando a necessidade de programas de capacitação.

O Entrevistado 13 aborda que a interação complexa com as concessionárias de energia pode representar um desafio, com resistência à integração de sistemas solares à rede elétrica.

Simplificação e clareza nas regulamentações, estabilidade regulatória, incentivos fiscais, taxas de juros favoráveis e garantias de financiamento são algumas das medidas sugeridas para impulsionar o crescimento do mercado de energia solar.

É mencionado sobre as dificuldades relacionadas à falta de estoque próprio, reprovações por questões como inversão de fluxo para projetos acima de 75Kw, e interferências governamentais. São aspectos mencionados como obstáculos enfrentados pelas empresas no setor de energia solar.

Em relação aos modelos de negócios, o modelo Turn Key, proporciona aos clientes uma solução integral e pronta para uso, cobrindo desde a concepção e design até a instalação e manutenção do sistema solar, sendo atrativo para clientes sem experiência técnica em energia solar.

Formação de Mercado

Em relação às funções de **Formação de Mercado***, *analizando*: “Quais são as principais barreiras para expansão do setor solar no Brasil”. A falta de mão de obra qualificada é um desafio enfrentado por muitas indústrias, incluindo a energia solar. Profissionais treinados e experientes são essenciais para garantir a instalação, operação e manutenção eficientes dos sistemas solares.

Investir em programas de capacitação e treinamento é fundamental para suprir essa demanda crescente por profissionais qualificados. Isso inclui programas de formação técnica, certificações profissionais e parcerias com instituições educacionais. Além disso, promover uma cultura de aprendizado contínuo e desenvolvimento profissional dentro das empresas pode ajudar a reter talentos e garantir uma força de trabalho qualificada e motivada.

A capacidade de gestão dos empresários é crucial para o sucesso e o crescimento das empresas no setor de energia solar. Isso inclui habilidades como planejamento estratégico, gestão financeira, liderança e tomada de decisão.

Os empresários precisam estar bem informados sobre as tendências do mercado, as regulamentações governamentais, as tecnologias emergentes e outras questões relevantes para o setor de energia solar. Além disso, é importante cultivar uma cultura organizacional que valorize a inovação, a sustentabilidade e a responsabilidade social, refletindo os valores e objetivos do negócio.

Investir na qualificação da mão de obra e no aprimoramento das habilidades de gestão dos empresários são elementos-chave para impulsionar o crescimento e a competitividade do mercado de energia solar. Esses investimentos não apenas beneficiam as empresas individualmente, mas também contribuem para o desenvolvimento sustentável do setor como um todo.

A adoção da FV também encontra obstáculos relacionados a questões fiscais, incluindo impostos, e barreiras técnicas com as concessionárias. Esses são dois dos principais desafios a serem superados.

Em muitos países, os impostos sobre equipamentos solares e a energia produzida podem aumentar significativamente o custo inicial de instalação de sistemas fotovoltaicos. Esses impostos, que variam de acordo com a região e a legislação local, podem desestimular potenciais investidores e consumidores interessados em fazer a transição para a energia solar.

Além dos impostos, as barreiras técnicas estabelecidas pelas concessionárias de energia também representam um desafio significativo. Muitas vezes, as regulamentações e os requisitos técnicos impostos pelas concessionárias dificultam a integração eficiente e econômica de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica existente. Isso pode incluir restrições sobre o tamanho do sistema permitido, requisitos de conexão complexos ou custos adicionais associados à interconexão.

Para superar esses desafios, é fundamental que governos e autoridades reguladoras adotem políticas que incentivem a adoção da energia solar, como a redução de impostos sobre equipamentos solares e a implementação de regulamentações que facilitem a integração de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica. Além disso, é essencial que as concessionárias trabalhem em estreita colaboração com os reguladores e os proprietários de sistemas solares para desenvolver soluções técnicas que permitam uma transição suave e eficiente para a energia solar.

Novas normativas, como o Marco Legal da Geração Distribuída (Lei 14.300), podem apresentar desafios significativos para o desenvolvimento das energias renováveis, especialmente no que diz respeito à injeção de energia na rede e às restrições impostas às unidades consumidoras classificadas como “optantes B”.

A cobrança para injetar energia na rede pode desencorajar investimentos em sistemas de energia solar fotovoltaica, uma vez que impõe custos adicionais aos consumidores que desejam gerar sua própria eletricidade. Essa medida pode tornar menos atrativa a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis, prejudicando o avanço da geração distribuída.

Além disso, as restrições impostas às unidades consumidoras “optantes B”, que não podem enviar nem receber créditos de energia, representam outro obstáculo significativo. Essas restrições limitam a capacidade das unidades consumidoras de se beneficiarem plenamente dos sistemas fotovoltaicos, reduzindo o incentivo para investir em energia solar e minando os esforços para promover a geração distribuída.

Essas medidas podem ser vistas como um retrocesso no desenvolvimento das energias renováveis, uma vez que dificultam a expansão da geração distribuída e desfavorecem a adoção de fontes de energia limpas e sustentáveis. Para superar esses desafios, é fundamental que os

governos e as autoridades reguladoras revejam essas normativas e adotem políticas que incentivem o crescimento das energias renováveis, promovendo a sustentabilidade e contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas.

Estabilidade jurídica e fiscal, juntamente com a falta de fontes confiáveis de informação e a pressão midiática, emergem como fatores críticos que afetam o desenvolvimento das energias renováveis, especialmente no contexto da energia solar fotovoltaica.

Fatores como esses são fundamentais para criar um ambiente favorável ao investimento em energias renováveis. Mudanças frequentes na legislação ou na política fiscal podem gerar incerteza para investidores e empresários, dificultando o planejamento de longo prazo e prejudicando a viabilidade econômica dos projetos de energia solar. A falta de previsibilidade nessas áreas pode afastar potenciais investidores e retardar o crescimento do setor.

A falta de fontes confiáveis de informação pode dificultar a tomada de decisão por parte dos consumidores, empresários e investidores interessados em adotar a energia solar fotovoltaica. Informações imprecisas ou desatualizadas sobre os benefícios, custos e regulamentações associadas à energia solar podem criar barreiras à entrada e desestimular o interesse pelo uso dessa tecnologia. Questões legais e a disponibilidade de linhas de crédito desempenham papéis cruciais no desenvolvimento da energia solar fotovoltaica.

Do ponto de vista legal, é essencial que existam regulamentações claras e consistentes que incentivem e facilitem a adoção da energia solar. Isso inclui políticas de incentivo fiscal, como isenções ou créditos tributários para investimentos em energia solar, e regulamentações que simplifiquem os processos de licenciamento e conexão à rede elétrica. A clareza e a estabilidade dessas políticas são fundamentais para fornecer segurança jurídica aos investidores e promover um ambiente propício ao crescimento do setor.

Além disso, a disponibilidade de linhas de crédito adequadas é essencial para viabilizar os investimentos em energia solar. Os custos iniciais associados à instalação de sistemas fotovoltaicos podem ser significativos, e muitos consumidores e empresas podem não ter os recursos financeiros necessários para fazer esses investimentos sem assistência. Portanto, é importante que existam opções de financiamento acessíveis e favoráveis, como empréstimos com taxas de juros baixas ou linhas de crédito específicas para projetos de energia solar. Essas opções de financiamento podem ajudar a reduzir as barreiras financeiras à adoção da energia solar e aumentar a acessibilidade dessa tecnologia para um público mais amplo.

A dependência externa de painéis e inversores é uma questão crítica a ser considerada no contexto da energia solar fotovoltaica, especialmente quando se trata da importação de tecnologia.

Muitos países enfrentam uma significativa dependência de fornecedores estrangeiros para adquirir os painéis solares e inversores necessários para os sistemas fotovoltaicos. Essa

dependência pode criar vulnerabilidades, como flutuações nos preços devido a variações cambiais, interrupções na cadeia de suprimentos devido a eventos globais imprevistos ou mudanças nas políticas comerciais internacionais.

Para mitigar essa dependência externa, muitos países estão buscando estratégias para promover a produção nacional de tecnologia solar, incentivando investimentos em pesquisa e desenvolvimento, estabelecendo políticas de apoio à indústria solar local e promovendo parcerias público-privadas para impulsionar a inovação e a capacidade de fabricação nacional.

Um segundo aspecto da função que foi abordado envolveu: *“O que deve ser feito para expandir a tecnologia no Brasil, em termos de modelos de negócios existentes”*. O desenvolvimento da energia solar fotovoltaica depende não apenas da tecnologia disponível, mas também de uma série de fatores socioeconômicos e regulatórios. Um desses fatores cruciais é a distribuição de renda, que afeta diretamente a capacidade das pessoas de investir em energia solar. Promover uma distribuição mais equitativa de renda pode permitir que um número maior de indivíduos e comunidades tenha acesso à energia solar, contribuindo para uma transição energética mais inclusiva e sustentável.

Além disso, taxas de juros mais baixas para financiamento são essenciais para tornar os projetos solares financeiramente viáveis para uma ampla gama de consumidores. Reduzir o custo do capital pode facilitar o acesso ao financiamento e acelerar a adoção da energia solar, especialmente em países em desenvolvimento e para grupos de baixa renda.

Outro aspecto crucial é a necessidade de regras mais rígidas para as concessionárias de energia. Muitas vezes, a burocracia excessiva ou regulamentações inconsistentes podem travar projetos solares, prejudicando o desenvolvimento do setor. Estabelecer regras claras e transparentes, bem como prazos razoáveis para a aprovação de projetos, é fundamental para evitar atrasos desnecessários e garantir um ambiente favorável para investimentos em energia solar.

A necessidade de fortalecer o mercado interno da FV é indiscutível para impulsionar a transição para fontes de energia mais limpas e sustentáveis. Reduzir os impostos sobre os produtos solares é uma medida crucial para tornar essa tecnologia mais acessível e competitiva no mercado interno.

Atualmente, a dependência excessiva de equipamentos solares importados contribui para aumentar os custos de produção e instalação de sistemas fotovoltaicos no país. Essa situação é resultado das taxas e tarifas aplicadas à importação de tecnologia solar, o que limita o acesso e a expansão do mercado interno.

Para incentivar a produção nacional de equipamentos solares e reduzir a dependência externa, é essencial implementar políticas que reduzam os custos de produção desses equipamentos. Isso pode incluir a concessão de incentivos fiscais e financeiros para empresas

que investem na fabricação local de painéis solares, inversores e outros componentes necessários para sistemas fotovoltaicos.

É importante promover pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias solares inovadoras no país, estimulando a colaboração entre o governo, o setor privado e as instituições acadêmicas. Essas medidas podem ajudar a impulsionar a inovação e a competitividade da indústria solar nacional, reduzindo os custos de produção e tornando os produtos solares brasileiros mais atrativos tanto para o mercado interno quanto para a exportação.

Reduzir os custos de produção de equipamentos solares e fortalecer o mercado interno, podemos criar um ambiente propício para o crescimento sustentável da energia solar fotovoltaica no Brasil, contribuindo para a criação de empregos, o desenvolvimento econômico e a mitigação das mudanças climáticas.

A isenção da cobrança do fio B pelo governo seria uma medida altamente benéfica para tornar o sistema de energia solar ainda mais atrativo e acessível para os consumidores. Antes da implementação da nova legislação, discutíamos a possibilidade de uma redução significativa, chegando até 90%, nas contas de energia elétrica com a adoção da energia solar. No entanto, com as mudanças recentes na lei, essa redução foi reduzida para cerca de 70%.

Esta cobrança do fio B tem sido um dos principais obstáculos para a adoção mais ampla da energia solar, uma vez que representa uma parcela significativa dos custos totais de eletricidade para os consumidores que geram sua própria energia. Eliminar essa taxa não apenas reduziria os custos para os proprietários de sistemas solares, mas também incentivaria mais pessoas a investirem em energia solar, contribuindo para a redução das emissões de carbono e para a sustentabilidade ambiental.

Ao retirar a cobrança do fio B, o governo não apenas promoveria a expansão do setor solar, mas também estimularia o crescimento econômico, criando oportunidades de emprego e investimento no mercado de energia renovável. Além disso, essa medida seria um passo importante na direção de um sistema energético mais justo e equitativo, proporcionando benefícios econômicos tangíveis para os consumidores e para a sociedade como um todo.

- Declarações que se convergem na Função TIS – ***Formação de Mercado***

Nesta função, as falas que se convergem no texto são referentes a falta de mão de obra qualificada e investimento em capacitação. Destaca-se a importância de investir em programas de capacitação e treinamento para suprir a demanda por profissionais qualificados no setor de energia solar, enfatizando a necessidade de formação técnica, certificações profissionais e parcerias com instituições educacionais.

Sobre a gestão empresarial e conhecimento do mercado, o Entrevistado 2 ressaltam a importância das habilidades de gestão dos empresários para o sucesso e crescimento das

empresas no setor de energia solar, incluindo habilidades como planejamento estratégico, gestão financeira e conhecimento das tendências do mercado.

Também é mencionado pelo Entrevistado 7, sobre os desafios fiscais e regulatórios, sendo discutidos os desafios relacionados a questões fiscais, como impostos sobre equipamentos solares, e barreiras técnicas impostas pelas concessionárias de energia, destacando a importância de políticas que incentivem a adoção da energia solar e facilitam a integração de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica.

Um ponto relevante citado nas entrevistas pelo representante pelo Entrevistado 8, refere-se à dependência de tecnologia solar. O representante da empresa aborda a questão da dependência externa de painéis e inversores solares, destacando a importância de estratégias para promover a produção nacional de tecnologia solar e reduzir a vulnerabilidade às flutuações nos preços e interrupções na cadeia de suprimentos.

É trazido a atenção para a distribuição de renda e acesso à energia solar. O Entrevistado 16 destaca a importância de promover uma distribuição mais equitativa de renda para permitir que um número maior de pessoas e comunidades tenha acesso à energia solar, contribuindo para uma transição energética mais inclusiva e sustentável.

Mencionado sobre a redução de taxas de juros e barreiras financeiras, o Entrevistado 12 enfatiza a necessidade de taxas de juros mais baixas para tornar os projetos solares financeiramente viáveis para uma ampla gama de consumidores, especialmente em países em desenvolvimento e para grupos de baixa renda.

São discutidas a importância de regras mais rígidas para as concessionárias de energia e a necessidade de estabelecer uma regulamentação clara e transparente que promova o desenvolvimento do setor solar, simplificando os processos de licenciamento e conexão à rede. O Entrevistado 11 traz a necessidade de redução de impostos sobre produtos solares, implementação de subsídios e disponibilização de linhas de crédito com taxas de juros atrativas para facilitar o acesso à energia solar por parte dos consumidores e empresas.

Esse contexto destaca os desafios e oportunidades enfrentados pelo setor de energia solar, bem como a necessidade de políticas e investimentos que promovam o crescimento sustentável e a resiliência desse mercado. Também remetem a importância de políticas e medidas que promovam um ambiente favorável para o crescimento sustentável da energia solar, tornando-a mais acessível e atrativa para um público mais amplo.

Mobilização de Recursos

Outra função TIS trazida para as entrevistas foi a de **Mobilização de Recursos**, trazendo discussões como: *“Comente a respeito da infraestrutura e recursos financeiros que existem para esses modelos de negócios, atrelados ao desenvolvimento da energia solar no*

país”. Existem várias linhas de crédito para quem quer começar um negócio sem investir grandes recursos, ou pode começar como integrador, que exige pouquíssimo investimento. Muitos bancos e instituições financeiras oferecem linhas de crédito específicas para o financiamento de projetos de energia solar. Esses financiamentos podem ser direcionados para a compra de equipamentos solares, instalação de sistemas fotovoltaicos ou até mesmo para o capital de giro necessário para iniciar o negócio.

Outro aspecto abordado foram os programas de financiamento governamentais. Em alguns países, existem programas governamentais que oferecem subsídios ou empréstimos com taxas de juros subsidiadas para projetos de energia solar. Esses programas visam promover a adoção de energias renováveis e podem ser uma fonte de financiamento acessível para empreendedores iniciantes.

Uma opção de modelos de negócios também pode ser espelhada com as parcerias com fabricantes e distribuidores. Muitas vezes, fabricantes e distribuidores de equipamentos solares oferecem programas de financiamento ou parcerias que permitem aos integradores iniciar seus negócios com pouco investimento inicial. Essas parcerias podem incluir financiamento para a compra de equipamentos, treinamento técnico e suporte na comercialização dos produtos.

Também trazido pelos entrevistados, o modelo de negócio de integração pode exigir um investimento inicial relativamente baixo. Nesse modelo, o empreendedor atua como um intermediário entre os clientes finais e os fornecedores de equipamentos solares, coordenando a venda, instalação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos. Isso pode ser feito sem a necessidade de um grande estoque de produtos, reduzindo os custos iniciais.

Em regiões mais afastadas do centro-sul do país, a infraestrutura de transporte desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e na integração nacional. Melhorias nas rodovias, ferrovias e hidrovias não apenas facilitarão o transporte de mercadorias e passageiros, mas também promoverão o crescimento de setores como agricultura, mineração e indústria.

O interesse de fundos de investimento e empresas brasileiras nessas áreas reflete a percepção do potencial econômico que pode ser desbloqueado com investimentos em infraestrutura de transporte. Esses investimentos não apenas beneficiarão as empresas diretamente envolvidas no transporte e logística, mas também abrirão oportunidades para empresas de diversos setores expandirem suas operações para regiões anteriormente menos acessíveis.

Quanto à linha de crédito exclusiva para geração solar, embora seja uma iniciativa positiva para incentivar a adoção de energia renovável, as taxas de juros ainda representam um desafio para muitos interessados. Reduzir as taxas de juros poderia tornar o financiamento de projetos solares mais acessível e atrair um número ainda maior de investidores, acelerando

assim a transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável.

Sobre a infraestrutura, não se observa o País como um grande incentivador, mas há um movimento em direção ao desenvolvimento e melhoria. Em termos de infraestrutura elétrica, é importante reconhecer os desafios que enfrentamos, especialmente nos maiores centros geradores. O aumento da demanda por eletricidade, combinado com a concentração de geração em determinadas regiões, pode levar a sobrecargas no sistema de transmissão, especialmente durante os horários de pico de produção.

Para lidar com esse problema, são necessários investimentos em modernização e expansão da infraestrutura elétrica, incluindo a construção de novas linhas de transmissão e subestações, a implementação de tecnologias de monitoramento e controle avançadas e o desenvolvimento de estratégias de gerenciamento de demanda mais eficazes.

Além disso, políticas que incentivem a diversificação da matriz energética e a descentralização da geração de eletricidade, por meio de fontes renováveis e sistemas de geração distribuída, podem ajudar a aliviar a pressão sobre o sistema de transmissão e garantir uma oferta de energia mais estável e confiável no longo prazo.

Sobre os recursos financeiros, os bancos e fintechs disponibilizam recursos para o desenvolvimento do setor pois é um investimento de baixo risco. Linhas de Créditos influenciaram bastante o crescimento do setor, por ter um baixo risco de inadimplência. Há uma certa burocracia para conseguir adquirir recursos financeiros, sem contar nas taxas aplicadas.

Juros altos atrapalham o mercado pois interferem diretamente na venda e avanço do crescimento da tecnologia. Como qualquer empreendimento, é preciso saber negociar com fornecedores para manter um estoque de equipamentos, além de manter um espaço físico para armazenagem.

Hoje, contamos com uma ampla disponibilidade de recursos e um mercado de distribuidores de equipamentos já consolidado. No entanto, no Brasil, enfrentamos sérios problemas logísticos, especialmente nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Apesar de haver muitas oportunidades de financiamento e tecnologias avançadas, como inversores híbridos e bancos de baterias, ainda existem incertezas em relação à durabilidade e ao descarte das baterias.

- Declarações que se convergem na Função TIS – *Mobilização de Recurso*

Mencionam a existência de linhas de crédito específicas oferecidas por bancos e instituições financeiras, assim como programas governamentais que oferecem subsídios ou empréstimos com taxas de juros subsidiadas para projetos de energia solar. Esses recursos podem ser utilizados para financiar a compra de equipamentos solares, instalação de sistemas fotovoltaicos ou até mesmo para capital de giro necessário para iniciar o negócio.

O Entrevistado 15, menciona sobre a possibilidade de estabelecer parcerias com fabricantes e distribuidores de equipamentos solares, os quais oferecem programas de financiamento ou parcerias que permitem aos empreendedores iniciar seus negócios com pouco investimento inicial. Essas parcerias podem incluir financiamento para a compra de equipamentos, treinamento técnico e suporte na comercialização dos produtos.

Também é apontado pelo Entrevistado 14 os problemas logísticos enfrentados no Brasil, especialmente em regiões como Centro-Oeste, Norte e Nordeste, que podem dificultar o desenvolvimento do setor. Isso inclui incertezas em relação à durabilidade e descarte das baterias utilizadas em sistemas fotovoltaicos, além da necessidade de melhorias na infraestrutura de transporte para facilitar o acesso a essas regiões.

Esses pontos convergentes destacam a importância do acesso a recursos financeiros e parcerias estratégicas para impulsionar o desenvolvimento do setor de energia solar, ao mesmo tempo em que ressaltam os desafios logísticos e de infraestrutura que precisam ser superados para garantir o crescimento sustentável do mercado.

Criação de Legitimidade

Sobre a função **Criação de Legitimidade**, foram trazidos aspectos que relacionam: *“Comente a respeito das possibilidades de apoio governamental ou da indústria, para a expansão do mercado para a energia solar no país”*. O Governo já isentou vários impostos. Outro ponto de atenção está relacionado às leis, pois se estas fossem ajustadas para tornar nosso setor um pouco mais favorável aos clientes finais em comparação às distribuidoras de energia elétrica, seria benéfico.

Como mencionado nas questões, no momento atual, há discussões sobre reformas tributárias com o objetivo de reduzir impostos na importação ou fortalecer o mercado nacional com marcas brasileiras. No entanto, essa perspectiva parece pouco provável, dado que há esforços para implementar melhorias, mas as mudanças na regulamentação indicam a falta de apoio do governo para esse desenvolvimento.

O apoio governamental deve se manifestar pela redução de tributos e pela implementação de uma legislação clara. Por outro lado, o suporte da indústria deve ser garantido pelo desenvolvimento tecnológico e pela produção. Observa-se que a indústria está ativamente engajada nesse sentido, porém, por parte do governo, frequentemente noto mudanças que, por vezes, acabam prejudicando o progresso.

É crucial que o governo contribua para a consolidação das questões legais e para a melhoria dos incentivos de crédito para energias renováveis. A produção nacional de painéis solares e inversores seria extremamente benéfica. Quanto à indústria, se ela buscar incentivar a pesquisa para aprimorar os equipamentos, alinhada a um preço acessível para o consumidor

final, poderá impulsionar o avanço do mercado. Isso é essencial para garantir um mercado maduro e seguro.

A segunda questão abordada para função TIS, traz: *“Comente a respeito das dificuldades que os modelos de negócios fotovoltaicos têm enfrentado para sua expansão”*. A questão dos impostos fiscais e das barreiras técnicas impostas pelas concessionárias é realmente um desafio significativo para a expansão da energia solar no país. A regulação e a tributação podem afetar diretamente a viabilidade econômica dos projetos solares, tornando-os menos atrativos para os consumidores.

A diminuição das vendas de sistemas solares devido a normativas mais rígidas pode ser resultado de políticas que aumentam os custos ou dificultam a conexão desses sistemas à rede elétrica. Isso pode incluir, por exemplo, taxas de conexão elevadas, exigências técnicas complexas ou tarifas de uso da rede que não são favoráveis aos produtores de energia solar.

Por outro lado, o aumento na popularidade do sistema de “Consórcio” pode ser uma resposta a esses desafios, oferecendo uma alternativa que não gera custos adicionais para o consumidor final. O modelo de consórcio pode ser mais atrativo para os consumidores, pois permite que eles compartilhem os custos e benefícios da geração de energia solar com outros participantes do consórcio, sem os desafios e custos associados à instalação de um sistema solar individual.

Para promover o crescimento sustentável da energia solar, é importante que as políticas governamentais sejam revisadas e ajustadas de forma a remover ou reduzir as barreiras fiscais e técnicas ao desenvolvimento do setor. Isso pode incluir a simplificação dos processos de licenciamento e conexão à rede, a revisão das tarifas de uso da rede para refletir melhor os benefícios da energia solar e a implementação de incentivos fiscais e financeiros para os produtores e consumidores de energia solar.

Ao fazer isso, podemos criar um ambiente regulatório e fiscal mais favorável para a energia solar, estimulando o crescimento do setor e contribuindo para a transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável.

Todas essas dificuldades abaixo, são alguns dos principais desafios enfrentados pelos empreendedores e consumidores no setor de energia solar. As linhas de crédito limitadas, as taxas de juros elevadas e as barreiras criadas pelas concessionárias podem representar obstáculos significativos para a expansão e adoção mais ampla da energia solar.

É importante reconhecer que o modelo de energia solar está bem estabelecido e comprovado como uma fonte viável e sustentável de energia. No entanto, as questões legais, políticas e de financiamento ainda precisam ser abordadas para permitir que mais pessoas tenham acesso a essa tecnologia e aproveitem seus benefícios.

As reprovações por inversões de fluxo sem uma ação efetiva por parte das

concessionárias podem causar frustração e atrasos nos projetos solares, afetando a confiança dos consumidores na tecnologia fotovoltaica. É crucial que as concessionárias implementem processos claros e eficientes para lidar com essas situações, fornecendo suporte técnico adequado aos clientes e resolvendo os problemas de forma rápida e eficaz.

O aumento das taxações governamentais também pode representar um grande obstáculo para a adoção da energia solar, tornando os sistemas fotovoltaicos mais caros para os consumidores finais. Nesse sentido, é fundamental que as políticas governamentais incentivem a transição para fontes de energia limpas, por meio de subsídios, incentivos fiscais e políticas de apoio, em vez de impor taxas que desestimulem o investimento em energia solar.

Além disso, a presença de profissionais desqualificados no mercado pode comprometer a qualidade e a eficiência dos sistemas solares, levando a problemas de instalação e manutenção. Investir em programas de capacitação e certificação para os profissionais do setor é essencial para garantir que eles tenham as habilidades e o conhecimento necessários para realizar um trabalho de alta qualidade, garantindo a confiabilidade e a eficiência dos sistemas solares instalados.

Superar essas barreiras exigirá esforços coordenados entre governos, concessionárias, empresas do setor e profissionais qualificados. Ao enfrentar esses desafios de forma proativa e colaborativa, podemos criar um ambiente mais favorável para o crescimento e a expansão da energia solar, contribuindo para um futuro mais sustentável e resiliente em termos energéticos.

- Declarações que se convergem na Função TIS – *Criação de Legitimidade*

Em relação a esta função TIS, foram abordados sobre as reformas tributárias e ajustes fiscais. Os entrevistados destacam a necessidade de reformas tributárias e ajustes nas leis para tornar o setor mais favorável aos clientes finais em comparação às distribuidoras de energia elétrica. Argumentam que isso seria benéfico para o desenvolvimento do mercado de energia solar.

Sobre a redução de tributos e legislação clara, a Entrevistado 1 comenta concordar que o apoio governamental deve se manifestar pela redução de tributos e pela implementação de uma legislação clara e favorável ao setor de energias renováveis. Acreditam que isso é fundamental para impulsionar o crescimento do mercado solar.

Defendem a importância da produção nacional de painéis solares/inversores, destacando os benefícios que isso traria para o mercado, como redução de custos e maior segurança no abastecimento de equipamentos.

O Entrevistado 9, afirma concordar que a indústria deve buscar incentivar a pesquisa para aprimorar os equipamentos solares, tornando-os mais eficientes e acessíveis para o consumidor final. Isso é visto como essencial para impulsionar o avanço do mercado de energia

solar.

De maneira geral, os entrevistados reconhecem que as barreiras fiscais e técnicas impostas pelas concessionárias e pela regulamentação são desafios significativos para a expansão da energia solar. Isso inclui taxas elevadas, exigências técnicas complexas e tarifas desfavoráveis ao setor solar. Destacam a importância de revisar e ajustar as políticas governamentais para remover ou reduzir essas barreiras. Isso pode incluir simplificação dos processos burocráticos, revisão das tarifas de uso da rede e implementação de incentivos fiscais e financeiros.

Relatam que as linhas de crédito limitadas e as taxas de juros elevadas representam obstáculos significativos para empreendedores e consumidores no setor de energia solar.

É reconhecido pelo Entrevistado 5, a importância de investir em programas de capacitação e certificação para os profissionais do setor, a fim de garantir a qualidade e eficiência dos sistemas solares instalados. Mencionam que superar esses desafios exigirá esforços coordenados entre governos, concessionárias, empresas do setor e profissionais qualificados.

Esses aspectos ressaltam a importância do apoio governamental, das reformas tributárias e da produção nacional de equipamentos solares para o desenvolvimento sustentável do mercado de energia solar. Como também, a complexidade dos desafios enfrentados pelo setor de energia solar no país e a necessidade de ações colaborativas e políticas eficazes para promover seu crescimento sustentável.

Desenvolvimento de Externidades Positivas

Se tratando da função TIS **Desenvolvimento de externalidades positivas**, a questão direcionada foi: *“Comente a respeito dos benefícios que a energia solar proporciona para o país em termos sociais, econômicos, ambientais, energéticos e de desenvolvimento tecnológico e industrial”*. A energia solar gera muitos empregos diretos e indiretos, com carteira assinada e oportunidades microempreendedoras. Eleva substancialmente a renda dessas pessoas. Além disso, por ser de fácil e rápida instalação, coopera para aumentar a capacidade de geração de energia da matriz elétrica do país sem a necessidade de construir novas usinas, que demandam tempo, muito dinheiro e possíveis aberturas para a corrupção.

A incorporação de uma variedade de fontes de energia, incluindo renováveis e não renováveis, ajuda a diversificar a matriz energética, reduzindo a dependência de uma única fonte. Isso torna o sistema elétrico mais robusto e menos vulnerável a interrupções.

Avanços na infraestrutura elétrica e tecnologia de geração e distribuição de energia permitem um melhor gerenciamento da demanda e da oferta de eletricidade. Isso inclui sistemas de armazenamento de energia, redes inteligentes e tecnologias de monitoramento avançadas

que podem prever e prevenir falhas no fornecimento de energia.

Políticas governamentais e regulamentações adequadas podem promover investimentos em infraestrutura e incentivar o desenvolvimento de fontes de energia mais sustentáveis e confiáveis. Isso inclui políticas de incentivo às energias renováveis e normas de segurança e qualidade para o setor elétrico.

Um planejamento adequado e uma gestão eficaz do sistema elétrico são essenciais para garantir um suprimento de energia confiável e contínuo. Isso inclui a realização de estudos de demanda e capacidade, a manutenção regular da infraestrutura e a implementação de medidas de contingência.

Embora não seja possível eliminar completamente o risco de falhas no fornecimento de energia, um crescimento sustentável e planejado do mercado de energia, aliado a medidas adequadas de planejamento, investimento e regulação, pode reduzir significativamente a probabilidade de um novo apagão como o ocorrido em 2009.

O desenvolvimento ambiental e financeiro, juntamente com a autonomia dos recursos energéticos, são aspectos cruciais para a independência energética do país. Alguns benefícios notáveis incluem a redução da dependência de usinas termoeletricas, o aproveitamento de uma fonte de energia inesgotável e os baixos custos de manutenção associados. Além disso, há um impacto social positivo, com a geração de empregos para uma parcela significativa da população e o impulso na economia, entre outros benefícios.

Sobre a questão ambiental, é importante considerar uma perspectiva abrangente, que inclua o descarte responsável dos equipamentos, além da geração de energia. Em relação ao desenvolvimento tecnológico, o Brasil ainda carece nesse aspecto. Para os clientes finais, os benefícios incluem a redução das emissões de CO₂ e o acesso à energia sustentável. É fundamental diversificar a matriz energética para evitar dependência exclusiva de um único recurso. A energia solar, por ser renovável, oferece um impacto ambiental menor em comparação com outras fontes energéticas. Os benefícios sociais englobam o acesso à energia e a geração de empregos, enquanto os econômicos incluem a redução de custos para quem investe em sistemas solares, além do crescimento do setor. Do ponto de vista ambiental, a energia solar contribui para evitar a necessidade de usinas termoeletricas ou o desvio de rios para a construção de usinas hidroelétricas.

A energia solar não apenas promove um consumo consciente de energia autogerada, as também reduz significativamente o valor da fatura de energia elétrica, contribuindo para a modificação da matriz energética do país e trazendo melhorias ambientais. A energia solar é fundamental para o avanço do Brasil. Com sua utilização, podemos fornecer energia elétrica mesmo nos locais mais remotos e de difícil acesso em nosso país. Além disso, a geração de energia solar fotovoltaica não só reduz os custos energéticos no Brasil, mas também representa

uma oportunidade para industrializarmos de forma sustentável, utilizando uma fonte de energia limpa e acessível.

Essa tecnologia, é uma fonte limpa de energia que se tornou altamente competitiva no mercado em comparação com outras fontes. Esperamos um aumento significativo na demanda por energia elétrica, à medida que a presença de veículos elétricos no país continua a crescer.

Já a segunda questão abordada na função TIS, traz os aspectos: “*Quais as principais dificuldades encontradas para a expansão da energia solar fotovoltaica, ao longo prazo*”. A expansão da energia solar fotovoltaica enfrenta várias dificuldades ao longo prazo, algumas das quais incluem: Os altos custos iniciais de instalação de sistemas fotovoltaicos podem ser um obstáculo significativo para muitos consumidores e empresas. Embora os custos tenham diminuído, ainda é necessário investimento substancial para adoção em larga escala.

A necessidade de armazenar energia para uso durante períodos sem luz solar é um desafio técnico e econômico. Embora as tecnologias de armazenamento estejam avançando, ainda há questões relacionadas à eficiência, custo e vida útil das baterias.

A integração de grandes quantidades de energia solar à rede elétrica existente, pode exigir atualizações significativas na infraestrutura de transmissão e distribuição. Isso inclui o gerenciamento da intermitência da energia solar e a garantia da estabilidade e confiabilidade do sistema.

Políticas governamentais, incluindo incentivos fiscais, tarifas de alimentação (net metering) e metas de energia renovável, desempenham um papel crucial na expansão da energia solar fotovoltaica. Alterações nas políticas podem afetar significativamente a viabilidade econômica dos projetos solares.

Falta de conscientização sobre os benefícios da energia solar e preocupações relacionadas à estética, impacto ambiental e infraestrutura podem influenciar a aceitação pública e a adoção da energia solar.

Em 2029, a ANEEL realizará uma revisão do setor de energia solar e poderá adotar medidas que possam dificultar ainda mais sua expansão. Questões com concessionárias de energia, restrições de espaço físico para a instalação de usinas fotovoltaicas, concorrência desleal e o fato de que a maioria das partes do mundo está importando equipamentos solares da China podem levar a situações em que medidas restritivas são implementadas, permitindo que os preços dos equipamentos sejam elevados arbitrariamente.

Para superar essas dificuldades e promover a expansão sustentável da energia solar fotovoltaica, são necessários esforços coordenados entre governos, empresas, instituições financeiras e sociedade civil. Isso inclui investimentos em pesquisa e desenvolvimento, políticas de incentivo, educação pública e colaboração internacional para enfrentar os desafios globais relacionados à transição para uma economia de baixo carbono.

A legislação relacionada à energia solar fotovoltaica, especialmente em relação às concessionárias de energia, pode representar uma dificuldade significativa para a expansão dessa fonte de energia. Algumas das principais questões legislativas que afetam a expansão da energia solar fotovoltaica incluem:

- Regulamentação da conexão à rede – As concessionárias de energia geralmente têm procedimentos específicos e requisitos técnicos para a conexão de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica. Esses requisitos podem variar de acordo com a região e podem incluir taxas de conexão, equipamentos específicos e padrões de instalação;
- Tarifas de energia – As tarifas de energia cobradas pelas concessionárias podem afetar a viabilidade econômica dos sistemas fotovoltaicos. Políticas tarifárias, como tarifas de injeção (net metering) ou compensação, podem influenciar o retorno do investimento em energia solar fotovoltaica;
- Normas e regulamentações técnicas – Existem normas técnicas e regulamentações específicas que regem a instalação, operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos. É importante garantir o cumprimento dessas normas para garantir a segurança e a eficiência dos sistemas;
- Procedimentos de licenciamento e autorização – A instalação de sistemas fotovoltaicos pode exigir licenças e autorizações específicas das autoridades locais e das concessionárias de energia. Os procedimentos de licenciamentos podem variar de acordo com a legislação e podem representar um desafio administrativo para os proprietários de sistemas fotovoltaicos;
- Incentivos e políticas públicas – A falta de incentivos financeiros e políticas públicas pode dificultar a adoção da energia solar fotovoltaica. Incentivos fiscais, subsídios, linhas de crédito e metas de energia renovável são importantes para impulsionar o mercado solar.

Sobre solucionar essas dificuldades legislativas e promover a expansão da energia solar fotovoltaica, é essencial trabalhar em conjunto com governos, reguladores, concessionárias de energia, organizações da sociedade civil e o setor privado para desenvolver e implementar políticas e regulamentações que incentivem o crescimento sustentável da energia solar. Isso pode incluir a simplificação dos procedimentos de conexão à rede, a criação de tarifas de energia favoráveis e o estabelecimento de incentivos financeiros para investimentos em energia solar fotovoltaica.

Experimenta-se um crescimento significativo na energia fotovoltaica nos últimos anos, passando de menos de 1% para mais de 10% da energia gerada. No entanto, uma grande limitação enfrentada é o horário de produção e a dificuldade de armazenamento da energia. Com esse crescimento acelerado, já enfrentamos dificuldades na instalação de novos sistemas

para a injeção direta na rede de distribuição da concessionária.

- Declarações que se convergem na Função TIS – **Desenvolvimento de Externalidade Positivas**

Ambos entrevistados destacam os benefícios ambientais da energia solar, como a redução das emissões de CO₂ e a menor pegada de carbono em comparação com outras fontes de energia. Além disso, ressaltam os benefícios sociais, como o acesso à energia em áreas remotas e a geração de empregos.

O Entrevistado 14 traz a importância da energia solar na diversificação da matriz energética, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e promovendo um consumo mais consciente de energia.

Há o apontamento pelo Entrevistado 10 a respeito dos benefícios econômicos da energia solar, como a redução dos custos energéticos para os consumidores, o crescimento do setor e a oportunidade de industrialização sustentável. O Entrevistado 12 destaca a necessidade de planejamento adequado e políticas eficazes para promover o desenvolvimento da tecnologia, garantindo um suprimento de energia confiável e contínuo, bem como promovendo investimentos em infraestrutura e energias renováveis.

Os entrevistados mencionam que os altos custos iniciais de instalação podem representar um obstáculo significativo para consumidores e empresas interessados em adotar a energia solar.

O Entrevistado 6, traz falas destacando a necessidade de armazenar energia para uso durante períodos sem luz solar é um desafio técnico e econômico, com questões relacionadas à eficiência, custo e vida útil das baterias. Ambas apontam que a integração de grandes quantidades de energia solar à rede elétrica existente pode exigir atualizações significativas na infraestrutura de transmissão e distribuição.

Reconhecem que as políticas governamentais desempenham um papel crucial na expansão da energia solar fotovoltaica, incluindo incentivos fiscais, tarifas de alimentação e metas de energia renovável. O Entrevistado 4 destaca as questões legislativas, como regulamentação da conexão à rede, tarifas de energia, normas técnicas, procedimentos de licenciamento e incentivos públicos, como desafios significativos para a expansão da energia solar fotovoltaica.

O Entrevistado 7 comenta sobre a importância de esforços coordenados entre governos, reguladores, concessionárias de energia, sociedade civil e setor privado, juntamente com políticas e regulamentações adequadas, para promover o crescimento sustentável da energia solar.

Esses apontamentos ressaltam a importância da energia solar como uma fonte limpa,

acessível e competitiva, e a necessidade de políticas e ações coordenadas para promover seu avanço e aproveitar seu potencial em contribuir para um sistema energético mais sustentável e resiliente.

Também o destacam os desafios comuns enfrentados pela energia solar fotovoltaica e a necessidade de ações coordenadas e políticas eficazes para superá-los e promover sua expansão sustentável.

– Pontos de Convergência entre Todas as Funções do TIS

As declarações encontradas nesta pesquisa convergem em diversos pontos relacionados aos desafios e oportunidades enfrentados pelo setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, podendo destacar os seguintes:

- **Barreiras de entrada e complexidade regulatória:** Os entrevistados reconhecem os desafios enfrentados pelos novos participantes devido à complexidade da legislação e à baixa barreira de entrada. A multiplicidade de regulamentações e a falta de clareza nas diretrizes podem gerar incertezas, dificultando o entendimento e o cumprimento das normas. A simplificação e harmonização das regulamentações são vistas como essenciais para facilitar a entrada de novos atores no mercado e promover um ambiente de negócios mais previsível e seguro.

- **Necessidade de equilíbrio entre acesso e qualidade:** A importância de encontrar um equilíbrio entre facilitar o acesso ao mercado e garantir a integridade e qualidade dos serviços prestados é amplamente destacada. Uma regulamentação e fiscalização adequadas são necessárias para assegurar que, ao mesmo tempo em que se expande o acesso à energia solar, a qualidade dos sistemas instalados não seja comprometida. Isso envolve a implementação de padrões rigorosos e a supervisão contínua para garantir que os projetos atendam às expectativas de desempenho e segurança.

- **Dependência de tecnologia externa:** A dependência do Brasil em relação à tecnologia externa, especialmente no que diz respeito a painéis solares e inversores solares, é uma preocupação significativa. A vulnerabilidade às flutuações nos preços internacionais e às interrupções na cadeia de suprimentos pode afetar negativamente o setor. Os entrevistados sugerem a necessidade de estratégias para promover a produção nacional de tecnologia solar, incentivando a fabricação local e reduzindo a dependência de importações.

- **Incentivos governamentais e políticas públicas:** A importância dos incentivos fiscais, subsídios, linhas de crédito e outras políticas governamentais para tornar a energia solar mais acessível e atraente é fortemente enfatizada. Os entrevistados destacam a necessidade de estabilidade regulatória e simplificação dos processos burocráticos para facilitar a implementação de projetos solares. Políticas governamentais bem desenhadas podem

impulsionar significativamente a adoção da energia solar, tornando-a uma opção viável tanto para consumidores quanto para empresas.

- **Capacitação profissional e mão de obra qualificada:** Investir em programas de capacitação e treinamento é crucial para atender à crescente demanda por profissionais qualificados no setor de energia solar. A qualidade e eficiência dos sistemas solares instalados dependem diretamente da competência técnica dos profissionais envolvidos. Programas de formação contínua e certificação profissional são essenciais para garantir que a mão de obra esteja preparada para lidar com os avanços tecnológicos e os desafios operacionais do setor.

- **Produção nacional e pesquisa e desenvolvimento:** Incentivar a produção nacional de equipamentos solares e investir em pesquisa e desenvolvimento são considerados elementos fundamentais para aprimorar a eficiência e acessibilidade dos sistemas solares. Um mercado interno robusto e inovador pode aumentar a competitividade do Brasil no cenário global e tornar o setor mais resiliente às variações do mercado internacional.

- **Benefícios econômicos, sociais e ambientais:** Os benefícios econômicos, sociais e ambientais da energia solar são amplamente reconhecidos. A redução dos custos energéticos, a geração de empregos, o acesso à energia em áreas remotas e a diminuição das emissões de CO₂ são alguns dos pontos destacados. Promover o avanço da energia solar é visto como uma forma de contribuir para um sistema energético mais sustentável e resiliente, beneficiando tanto a economia quanto a sociedade e o meio ambiente.

Esses pontos convergentes ressaltam a complexidade e os desafios enfrentados pelo setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, bem como a necessidade de políticas e ações coordenadas para promover seu crescimento sustentável e aproveitar seu potencial em contribuir para um sistema energético mais limpo, acessível e resiliente.

4.3 Diagnóstico do TIS enfrentados pelos modelos de negócios fotovoltaicos no Brasil

Em relação a interpretação dos dados coletado, no contexto das entrevistas realizadas, conduziu-se uma análise da nuvem de palavras e suas relações dentro do campo de pesquisa. Essa análise foi realizada examinando as palavras com maior frequência de ocorrência.

Foram examinadas 550 palavras, considerando que cada uma ocorreu no mínimo 2 vezes. Na Figura 28, as palavras estão agrupadas conforme suas relações, sendo o tamanho de cada item proporcional à frequência de co-ocorrência dessa palavra.

Figura 28 – Nuvem de palavras / Entrevistas



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

As palavras que se destacam em termos de frequência são “energia” com 123 ocorrências, “sistema” com 33 ocorrências e “setor” com 29 ocorrências.

Logo em seguida, temos as palavras “empresa” com 24 ocorrências e “investimento” com 22 ocorrências, o que claramente evidencia a percepção dos entrevistados de que a expansão da FV representa um desenvolvimento significativo para o país, assim como o envolvimento e a importância dos modelos de negócios no processo.

É relevante destacar a presença de palavras associadas ao mercado de energia, tais como “desenvolvimento” com 20 ocorrências, “crescimento” com 19 ocorrências e “político” com 17 ocorrências.

O treemap construído a partir das entrevistas, Figura 29, apresenta uma série de palavras-chave que refletem aspectos fundamentais desse campo. As palavras foram organizadas de acordo com sua frequência de ocorrência, destacando elementos-chave como energia, sistema, setor, empresa, investimento, desenvolvimento, crescimento, concessionária, político, instalação, modelar, negócio, custo, financiamento, tecnologia, fonte, equipamento e expansão. Isso oferece insights valiosos sobre os principais temas abordados nas entrevistas e as preocupações centrais em torno de barreiras para a tecnologia, incluindo os desafios enfrentados e as oportunidades potenciais.

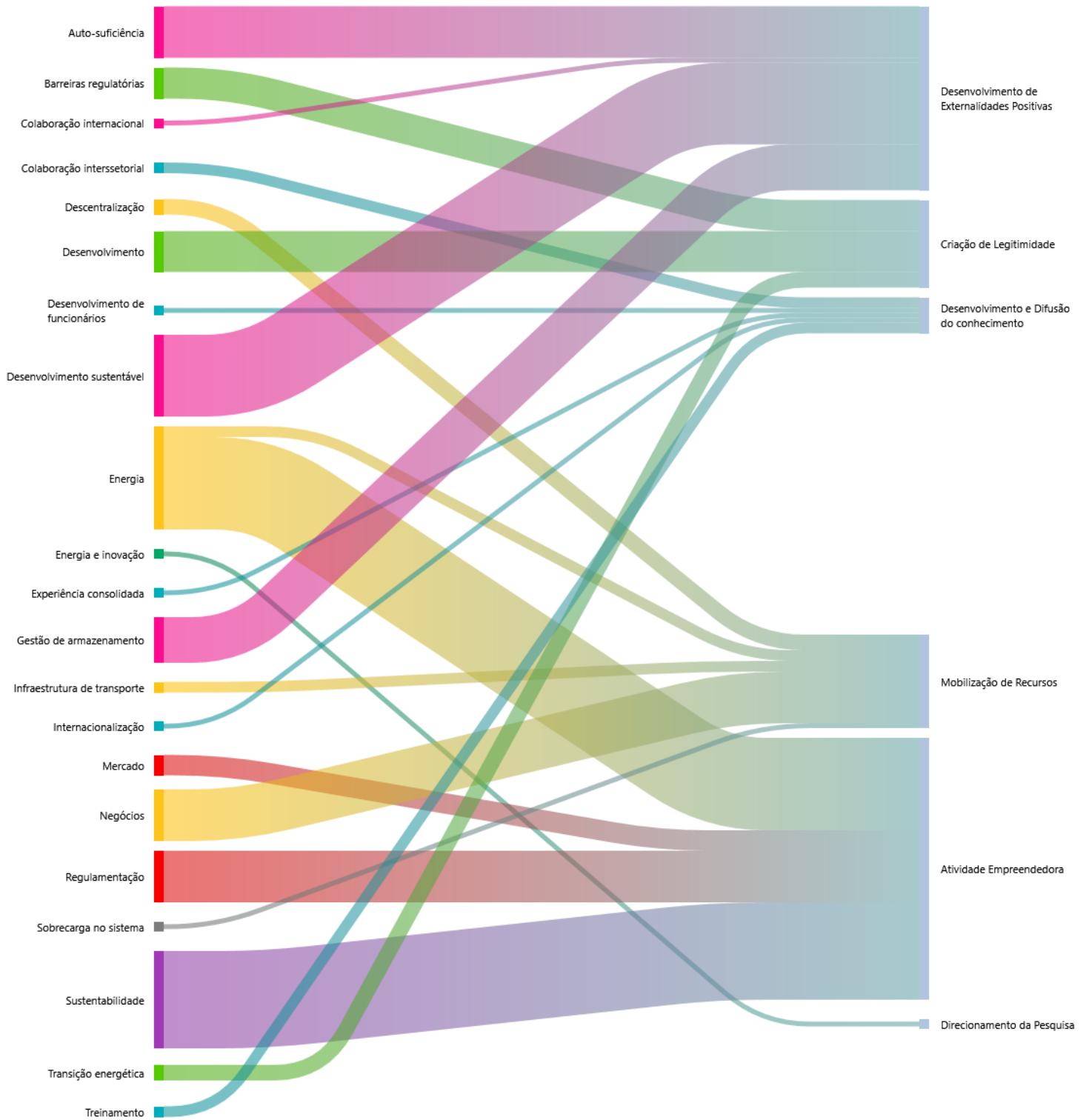
Figura 29: Treemap / Entrevistas



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

Outro ponto avaliado na pesquisa foi o diagrama de sankey, construído na Figura 30, foi desenvolvido levando em consideração as sete funções TIS (Sistema de Inovação Tecnológica) avaliadas. Cada função TIS destacou elementos-chave que refletem as dinâmicas e os desafios dentro do contexto da pesquisa.

Figura 30 – Diagrama Sankey / Entrevistas



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

Para a função de criação de legitimidade, as principais áreas de destaque foram as Barreiras Regulatórias, Custos adicionais e Transição energética, sugerindo a importância desses aspectos para estabelecer e validar a legitimidade dos modelos de negócios da energia solar fotovoltaica.

A função de desenvolvimento e difusão do conhecimento evidenciou tendências impor-

tantes, como a Colaboração intersetorial, Desenvolvimento de funcionários, Experiências consolidadas, Internacionalização e treinamentos, apontando para a necessidade de investimento e avanço na disseminação e desenvolvimento do conhecimento nesse campo.

Sobre a atividade empreendedora, foram apresentados pontos críticos como Mercado, Regulamentação e Sustentabilidade, indicando os desafios enfrentados pelos empreendedores no setor.

Em relação a função de direcionamento de pesquisa, é abordado a Energia e inovação, ressaltando a importância da pesquisa direcionada para impulsionar a inovação nesse domínio.

Já a função de formação de mercado discute questões relacionadas a Custos operacionais e Legislação, evidenciando a necessidade de políticas e estratégias eficazes para moldar o mercado.

A mobilização de recursos apresentou aspectos como Descentralização, Empreendedorismo, Infraestrutura de transporte, Negócios e Sobrecarga dos sistemas, indicando os recursos necessários e os desafios enfrentados na mobilização de apoio e recursos para os modelos de negócios da energia solar fotovoltaica.

Por fim, a função de desenvolvimento de externalidades positivas destacou a Auto-suficiência, Colaboração internacional, Desenvolvimento sustentável e a Gestão de armazenamento como áreas fundamentais para promover benefícios externos positivos e sustentáveis no contexto dos modelos de negócios da energia solar fotovoltaica.

Essas análises fornecem uma visão abrangente das complexas interações e dinâmicas dentro do sistema de inovação tecnológica relacionado à energia solar fotovoltaica, destacando áreas-chave de preocupação e oportunidade para futuras pesquisas e desenvolvimento.

A primeira rede, Figura 31, traz a função de *Desenvolvimento e Difusão do Conhecimento*, podendo explorar pontos-chaves relevantes abordados nas entrevistas. A figura apresenta os códigos vinculado a função, permitindo analisar que a carência por aspectos como a “Colaboração Interssetorial”. A falta de colaboração entre diferentes setores pode ser uma barreira significativa para o desenvolvimento e a disseminação eficaz do conhecimento. A colaboração intersetorial é crucial para reunir diversas perspectivas, recursos e experiências, promovendo assim a inovação.

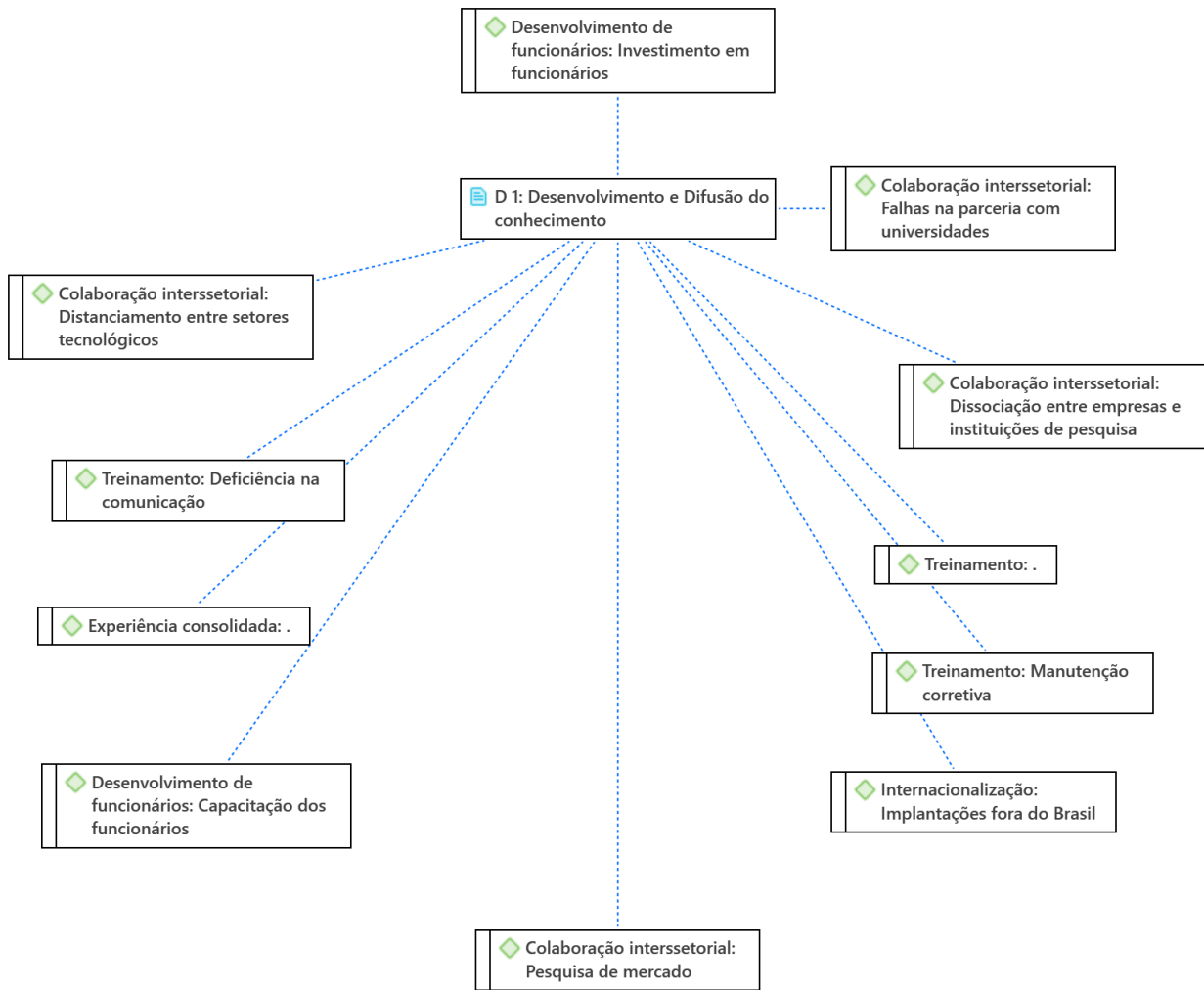
Outro ponto identificado são os “Treinamentos e Desenvolvimento de Funcionários”. A ausência de programas eficazes de treinamento e desenvolvimento pode limitar a capacidade das organizações de aproveitar ao máximo o potencial de seus funcionários. Investir em treinamento contínuo não apenas fortalece as habilidades e competências dos colaboradores, mas também os prepara para enfrentar desafios emergentes e oportunidades futuras.

A “Experiência Consolidada” se mostrou outro ponto de importante identificação. A falta de experiência consolidada pode indicar uma lacuna na retenção de conhecimento dentro

da organização. A experiência acumulada ao longo do tempo é valiosa para enfrentar desafios complexos e para tomar decisões informadas. A falta de uma base sólida de experiência pode prejudicar a capacidade da organização de resolver problemas e inovar.

Aspectos sobre a “Falta de Internacionalização”, pode limitar a capacidade da organização de se engajar em redes globais de conhecimento, colaboração e inovação. Expandir para mercados internacionais não apenas aumenta as oportunidades de aprendizado e crescimento, mas também promove a troca de melhores práticas e a adaptação a novos contextos.

Figura 31: Rede da função Desenvolvimento e Difusão do Conhecimento



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

A segunda rede, Figura 32, focada na função de *Direcionamento da Pesquisa*, apresenta aspectos importantes discutidos durante as entrevistas. A análise dessa função revela uma associação clara com dois temas principais: “Energia e Inovação” e “Sustentabilidade”.

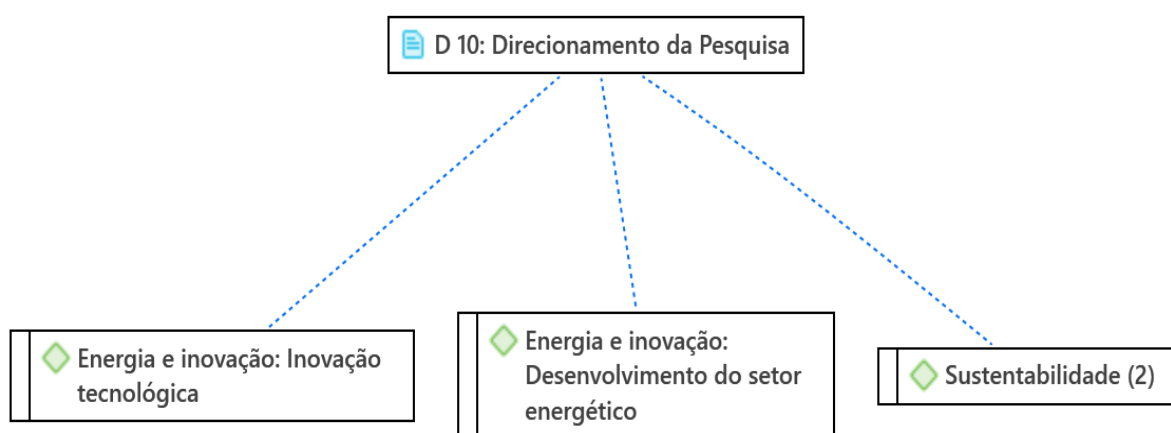
Sobre a “Energia e Inovação”, a identificação de aspectos relacionados à energia e inovação sugere que essa função está centrada na busca por soluções inovadoras para os desafios energéticos atuais e futuros. Isso pode incluir o desenvolvimento de novas tecnologias,

métodos de produção de energia mais eficientes e alternativas sustentáveis para atender à crescente demanda por energia.

Já em relação a sustentabilidade, a associação com o tema da sustentabilidade indica um foco na pesquisa de soluções que não apenas atendam às necessidades energéticas da sociedade, mas também levem em consideração os impactos ambientais e sociais a longo prazo. Isso pode envolver a promoção de fontes de energia renovável, a redução das emissões de carbono e o desenvolvimento de práticas e tecnologias mais sustentáveis no setor energético.

Essa análise sugere que a função de direcionamento da pesquisa está alinhada com objetivos importantes, como impulsionar a inovação no setor energético e promover práticas mais sustentáveis. Identificar e compreender esses aspectos é fundamental para orientar efetivamente os esforços de pesquisa e desenvolvimento e direcionar recursos para áreas que têm o potencial de causar um impacto significativo na energia e na sustentabilidade.

Figura 32: Rede da função Direcionamento da Pesquisa



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

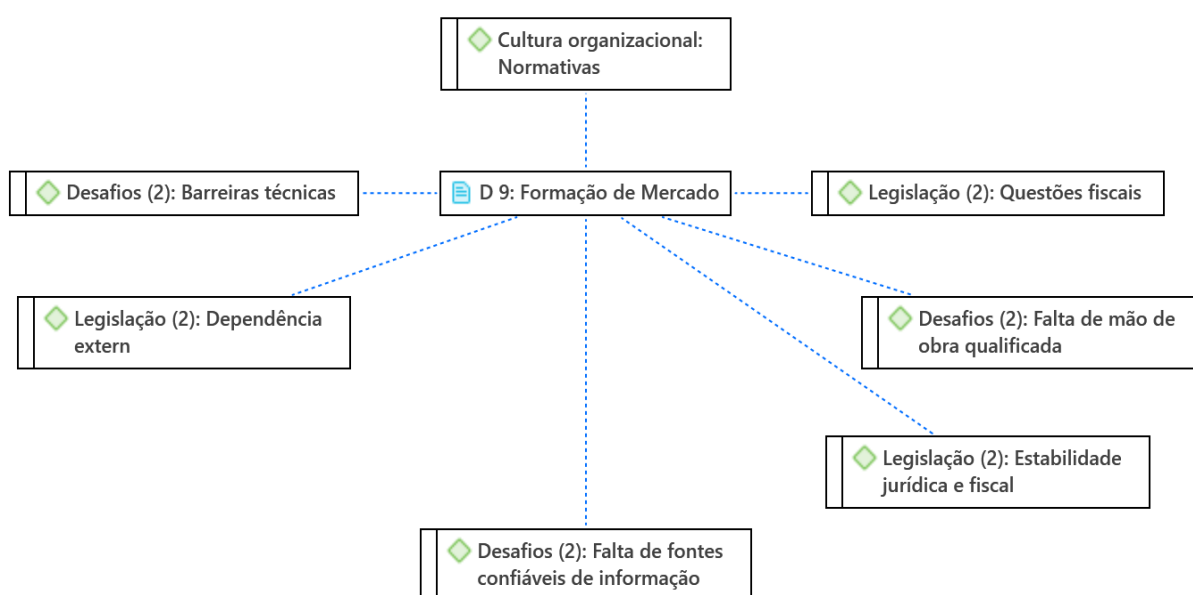
A análise da terceira rede, figura 33, centrada na função de *Formação de Mercado*, oferece uma oportunidade valiosa para explorar pontos relevantes discutidos durante as entrevistas. Aqui está uma análise mais detalhada sobre os aspectos identificados, relacionados à “Cultura Organizacional”, “Desafios” e “Legislação”.

A “Cultura Organizacional” desempenha um papel crucial na formação do mercado. Ela influencia as atitudes, comportamentos e práticas das organizações em relação ao desenvolvimento e adoção de novas tecnologias e práticas de negócios. Ao analisar essa rede, pode-se identificar padrões e tendências relacionados à cultura organizacional que impactam a formação do mercado de energia solar no Brasil. Isso pode incluir aspectos como a predisposição para a inovação, a resiliência à mudança e a colaboração entre diferentes partes interessadas.

A identificação dos “Desafios” enfrentados na formação do mercado FV, podem fornecer insights valiosos sobre as barreiras que precisam ser superadas para promover o crescimento e a sustentabilidade do setor. Esses desafios podem variar desde questões técnica e econômicas até obstáculos políticos e sociais. Analisar essa rede pode ajudar a priorizar esforços e recursos para abordar esses desafios de forma eficaz.

Sobre a “Legislação”, é um aspecto muito importante dentro da questão abordada, estabelecendo o quadro regulatório e jurídico dentro do qual as atividades do setor são conduzidas. Ao examinar essa rede, pode-se identificar aspectos específicos da legislação que impactam o desenvolvimento e a operação de projetos da tecnologia no País. Isso pode incluir políticas de incentivo, licenciamento ambiental, tarifas de energia renovável e requisitos de conexão à rede.

Figura 33: Rede da função Formação de Mercado



Fonte: Elaborada pela Autora, 2024.

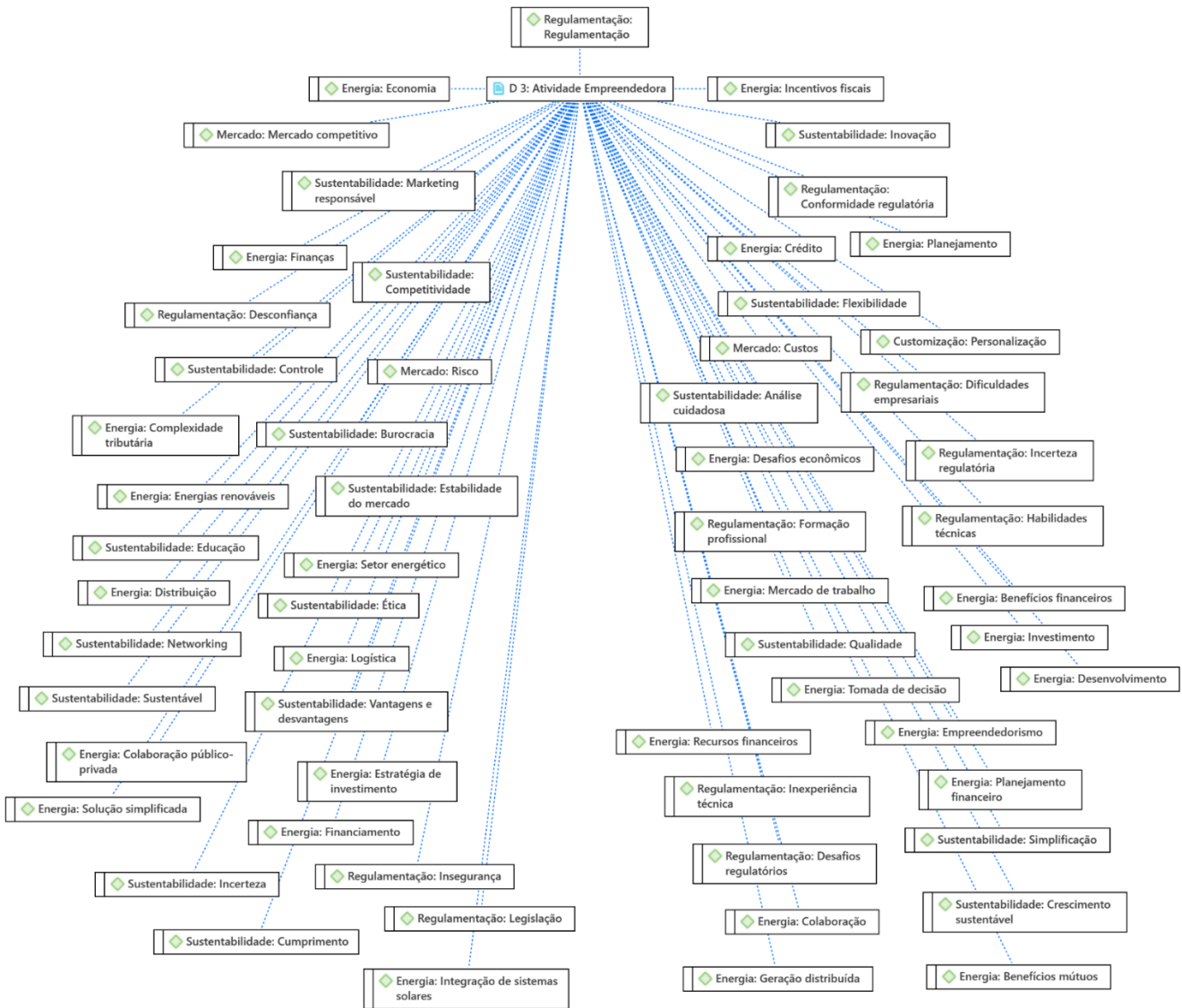
A análise da quarta rede, Figura 34, focalizada na *Atividade Empreendedora*, oferece uma oportunidade importante para explorar aspectos relevantes discutidos durante as entrevistas. Apresenta análise mais detalhada sobre os aspectos identificados, relacionados à “Regulamentação”, “Energia”, “Sustentabilidade” e “Mercado”.

Já a “Regulação”, estabelece um contexto legal e regulatório no qual os empreendedores operam. Sendo possível identificar aspectos específicos da regulamentação que afetam a criação e o crescimento de empresas no setor da FV. Isso pode incluir requisitos de licenciamento, normas de segurança, incentivos fiscais e tarifas de energia.

Dada a natureza da atividade empreendedora no setor, é fundamental analisar os

aspectos relacionados à produção, distribuição e consumo de “Energia”. Isso pode incluir questões técnicas, como eficiência energética, integração de fontes renováveis e armazenamento de energia, bem como oportunidades de inovação em tecnologias e práticas de negócios.

Figura 34: Rede da função Atividade Empreendedora



Fonte: Elaborada pela autora, 2024

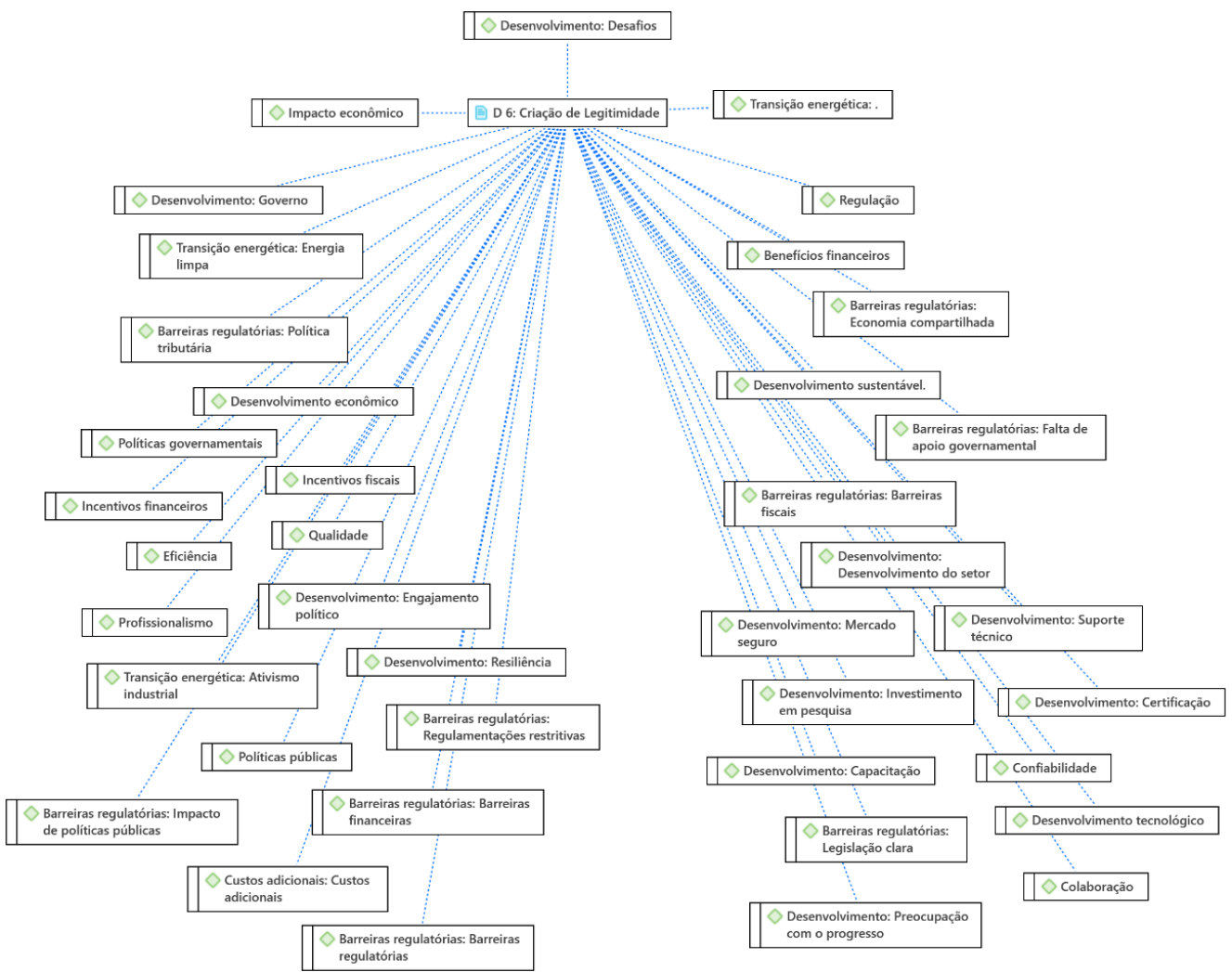
A “Sustentabilidade” é um ponto fundamental da atividade empreendedora no setor, considerando-se os impactos ambientais e sociais associados à produção e uso de energia. Ao explorar essa rede, pode-se identificar iniciativas empreendedoras que buscam promover práticas sustentáveis, minimizar os impactos ambientais e contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Sobre aspectos relacionados ao “Mercado”, é possível observar insights valiosos sobre as oportunidades e desafios enfrentados pelos empreendedores no setor. Isso pode incluir análises de mercado, estratégias, segmentação de clientes, competição e tendências de

demanda. Pode-se identificar padrões e tendências que influenciam a atividade empreendedora e o desenvolvimento do mercado.

A análise da quinta rede, Figura 35, focada na *Criação de Legitimidade*, oferece oportunidades significativas e relevantes discutidos durante as entrevistas. Vamos detalhar a análise dos aspectos identificados, relacionados ao “Desenvolvimento”, “Impacto Ambiental”, “Regulação”, “Benefícios Financeiros”, “Barreiras Regulatórias”, “Qualidade”, “Eficiência”, “Políticas Públicas” e “Custos Adicionais”.

Figura 35: Rede da função Criação de Legitimidade



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Um aspecto citado e intimamente ligada a função se refere ao “Desenvolvimento”. Como por exemplo o desenvolvimento de projetos e iniciativas no setor. Isso inclui aspectos como planejamento e monitoramento de projetos para garantir que atendam às necessidades da comunidade e sejam economicamente viáveis.

Outro ponto apresentado se refere a consideração e a mitigação do “Impacto Ambiental” associado às operações do setor. Isso envolve a avaliação dos impactos ecológicos, sociais e culturais das instalações FV, bem como a implementação de medidas para minimizar esses

impactos.

A conformidade com “Regulamentações” e normas é fundamental para garantir a legitimidade das operações no setor. Como o cumprimento de requisitos legais, licenciamento ambiental e padrões de segurança estabelecidos pelas autoridades reguladoras.

Sobre a criação de legitimidade, muitas vezes está relacionada à demonstração dos “Benefícios Financeiros” associados à FV, como redução de custos operacionais, aumento da receita e geração de empregos. Esses benefícios financeiros podem ajudar a legitimar e justificar o investimento em projetos FV.

Identificar e abordar as “Barreiras Regulatórias” é essencial para promover a criação de legitimidade no setor. Isso pode incluir a revisão e atualização de regulamentos obsoletos, simplificação de processos de licenciamento e remoção de obstáculos administrativos que dificultam o desenvolvimento de projetos FV.

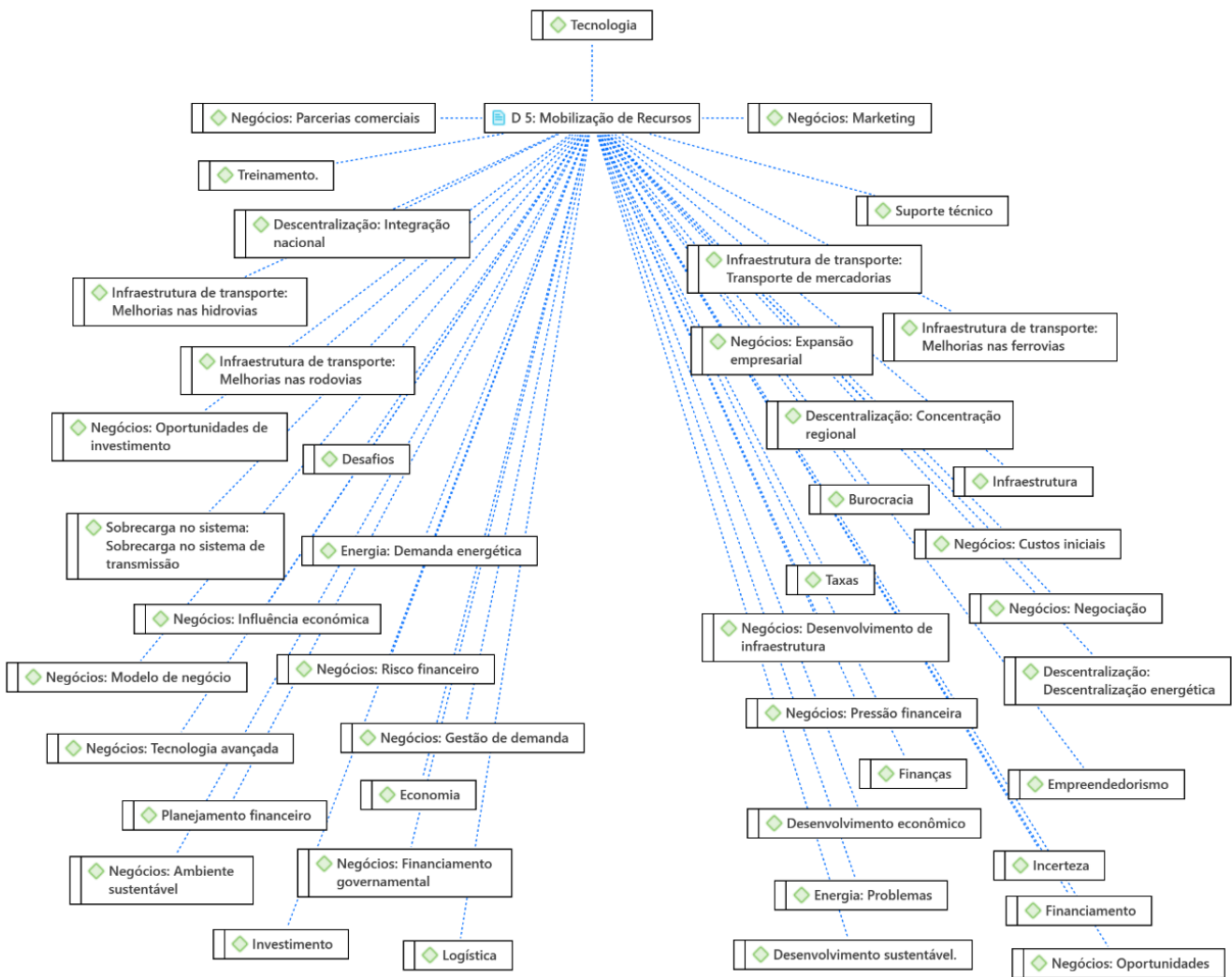
Garantir a “Qualidade” e “Eficiência” das operações da FV é crucial para estabelecer a legitimidade no mercado. Isso envolve a implementação de padrões de qualidade e a adoção de práticas operacionais eficientes que maximizem o desempenho e a confiabilidade das instalações fotovoltaicas.

As “Políticas Públicas” citadas, desempenham um papel importante na criação de um ambiente favorável ao desenvolvimento e à expansão da FV. Isso pode incluir incentivos fiscais, subsídios governamentais, metas de energia renovável e outras iniciativas destinadas a promover a transição para fontes de energia limpa

Identificar e mitigar “Custos Adicionais” associados à FV é essencial para garantir a sua competitividade e viabilidade a longo prazo. Sendo os custos de transmissão e conexão à rede, custos de manutenção e operação, e custos relacionados à integração de tecnologias de armazenamento de energia.

A análise da sexta rede, Figura 36, centrada na “Mobilização de Recursos”, apresenta pontos relevantes discutidos durante as entrevistas. Detalha-se a análise dos aspectos identificados, relacionados a “Negócios”, “Tecnologia”, “Suporte Técnico”, “Infraestrutura de Transporte”, “Taxas”, “Burocracia”, “Logística”, “Sobrecarga do Sistema” e “Investimento”.

Figura 36: Rede da função Mobilização de Recursos



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

No contexto dos negócios, um ponto apresentando, envolve a identificação e alocação de “Recursos”. Sejam eles financeiros, humanos e materiais para apoiar as operações e atividades comerciais. Isso inclui aspectos como financiamento, gestão de custos, planejamento estratégico e desenvolvimento de parcerias comerciais.

Outro aspecto abordado se refere ao acesso e implementação de “Tecnologias” relevantes para o setor. Como investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, aquisição de equipamentos e sistemas de monitoramento avançados, e integração de soluções tecnológicas inovadoras.

Em relação ao “Suporte Técnico”, é um fundamental e importante ponto para o sucesso das operações no setor. Isso inclui acesso a serviços de manutenção, treinamento de pessoas, suporte de fornecedores e consultoria especializada para resolver problemas técnicos complexos.

A “Infraestrutura de Transporte” desempenha um papel crucial na mobilização de recursos necessários para a construção e operação do setor. Isso envolve o transporte de equipamentos pesados, componentes de instalação, bem como a logística de entrega de materiais e suprimentos para o local de construção.

Já as “Taxas” e impostos podem representar uma considerável carga financeira para os projetos. Analisar essa rede pode ajudar a identificar os diferentes tipos de taxas aplicáveis, seu impacto financeiro e possíveis estratégias para mitigar esses custos.

Sobre as “Burocracia” citadas pelos entrevistados, assim como os procedimentos administrativos, podem representar obstáculos significativos para a mobilização de recursos no setor da FV. Isso inclui processos de licenciamento, autorizações ambientais, conformidade regulatória e outros trâmites administrativos que podem aumentar os custos e atrasar os projetos.

Uma “Logística” eficiente é essencial para garantir a entrega oportuna de materiais e equipamentos necessários para os projetos. Abrangendo planejamento de rotas, gestão de estoques, coordenação de transporte e monitoramento de entregas para garantir que os recursos estejam disponíveis quando necessário.

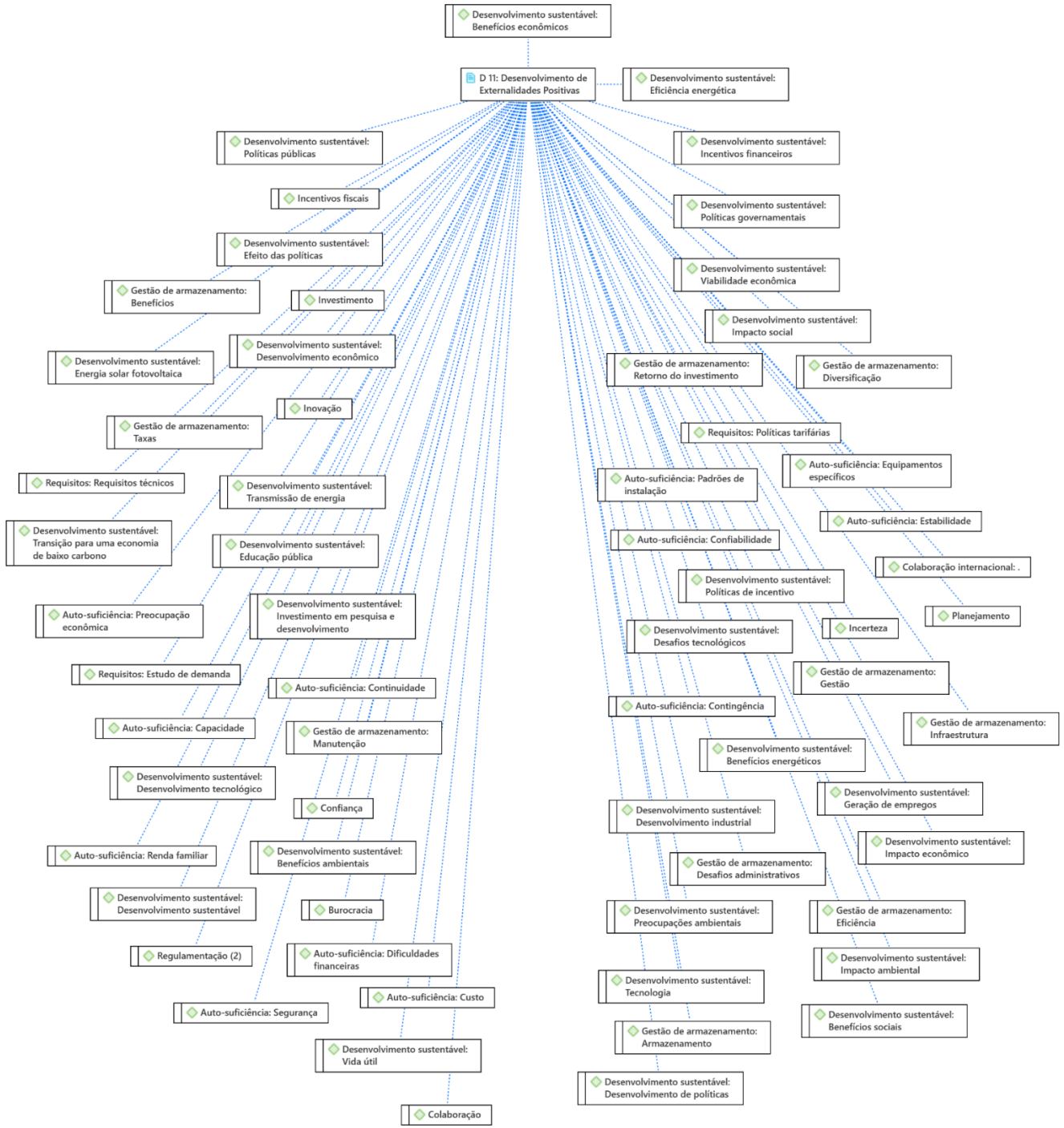
Identificar e atrair “Investimentos” é fundamental para financiar projetos para a FV. Como investimentos públicos e privados, financiamento de instituições financeiras e fundos de investimento, e parcerias público-privadas para viabilizar projetos de grande escala.

A análise da sétima rede, Figura 37, que se concentra no *Desenvolvimento de Externalidades Positivas*, oferece uma oportunidade valiosa para explorar pontos-chave relevantes discutidos com os entrevistados. Vamos detalhar a análise dos aspectos identificados, relacionados ao “Desenvolvimento Sustentável”, “Incentivos Fiscais”, “Gestão de Armazenamento”, “Inovação”, “Colaboração”, “Planejamento” e “Requisitos”.

O desenvolvimento de externalidades positivas, busca equilibrar o crescimento econômico com a proteção ambiental e o bem-estar social a longo prazo. Isso inclui a adoção de práticas e tecnologias que minimizam os impactos ambientais e promovem a conservação dos recursos naturais.

Os “Incentivos Fiscais” citados, podem desempenhar um papel importante no estímulo ao desenvolvimento no setor. Como isenções fiscais, créditos tributários e outros benefícios financeiros concedidos pelo governo para promover o investimento em energias renováveis e práticas sustentáveis.

Figura 37 – Rede da função Desenvolvimento de Externalidades Positivas



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A “Gestão de Armazenamento” de energia é fundamental para maximizar o potencial das energias renováveis. Envolvendo assim o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento avançadas, sistemas de armazenamento térmico e tecnologias de hidrogênio verde.

Em relação a “Inovação”, a colaboração entre diferentes partes interessadas, incluindo empresas, governos, instituições de pesquisa e sociedade civil se mostra extremamente importante para o avanço do setor e desempenho das inovações.

Possibilitando a inclusão parcerias público-privadas, programas de pesquisa conjunta e compartilhamento de melhores práticas.

Um “Planejamento” cuidadoso é essencial para garantir que o desenvolvimento de externalidades positivas seja integrado de forma eficaz nas políticas e estratégias de desenvolvimento. Isso pode envolver a elaboração de planos de desenvolvimento sustentável, análise de impacto ambiental e social, e consultas públicas para garantir a participação da comunidade.

O cumprimento de “Requisitos” como regulatórios, e a busca pela autossuficiência são aspectos importantes do desenvolvimento de externalidades positivas. Isso pode incluir a conformidade com padrões ambientais e sociais, a busca por fontes de energia renovável localmente disponíveis e a redução da dependência de recursos não renováveis.

4.4 Recomendações Estratégicas para superar as Barreiras do setor Fotovoltaico no Brasil

Para superar os desafios e aproveitar as oportunidades no setor de energia solar fotovoltaica no Brasil, é crucial adotar estratégias abrangentes e coordenadas. A seguir, são apresentadas as principais oportunidades e recomendações de estratégias para o setor, conforme apontado pelos entrevistados e verificado na literatura estruturada e não-estruturada.

1. Crescimento do Mercado:

Oportunidade: O mercado de energia solar fotovoltaica tem mostrado um crescimento significativo nos últimos anos, com uma participação cada vez maior na matriz energética do país.

Recomendação: Para capitalizar essa tendência, investidores e empresas devem focar na expansão de suas operações e aumentar sua participação no mercado. É essencial desenvolver parcerias estratégicas e realizar campanhas de marketing eficazes para aumentar a conscientização sobre os benefícios da energia solar.

2. Incentivos Governamentais:

Oportunidade: O governo brasileiro tem implementado incentivos fiscais e políticas públicas para promover o uso da energia solar, incluindo subsídios e programas de financiamento.

Recomendação: As empresas devem se manter informadas sobre os incentivos disponíveis e buscar formas de aproveitá-los. Advocacia para políticas públicas mais favoráveis e participação em grupos de lobby também são cruciais para assegurar continuidade e expansão

dos incentivos governamentais.

3. Avanços Tecnológicos:

Oportunidade: Os avanços contínuos na tecnologia solar estão tornando a energia solar mais acessível e competitiva em relação às fontes tradicionais de energia.

Recomendação: Investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D) é fundamental para acompanhar os avanços tecnológicos. Além disso, adotar novas tecnologias rapidamente pode proporcionar uma vantagem competitiva significativa.

4. Democratização do Acesso:

Oportunidade: A energia solar oferece a oportunidade de democratizar o acesso à energia, especialmente em áreas remotas ou mal atendidas pela rede elétrica convencional.

Recomendação: Desenvolver programas específicos para atender regiões remotas, incluindo soluções de financiamento acessíveis para comunidades de baixa renda. Colaborar com ONGs e governos locais pode facilitar a implementação desses programas.

5. Desenvolvimento de Novos Modelos de Negócios:

Oportunidade: O setor de energia solar está impulsionando o surgimento de novos modelos de negócios, como a geração distribuída e o financiamento coletivo de projetos solares.

Recomendação: Inovar constantemente no desenvolvimento de modelos de negócios que aproveitem as peculiaridades do mercado brasileiro. Explorar soluções de fintech para financiamento coletivo e plataformas de gestão de energia distribuída pode abrir novas fontes de receita.

6. Integração com Outras Fontes de Energia Renovável:

Oportunidade: A energia solar pode ser integrada com outras fontes de energia renovável para criar sistemas energéticos mais resilientes e sustentáveis.

Recomendação: Desenvolver projetos híbridos que combinam energia solar com eólica ou hidrelétrica pode melhorar a estabilidade do fornecimento de energia. Promover a colaboração entre diferentes setores de energia renovável é crucial para maximizar os benefícios.

7. Expansão do Mercado Internacional:

Oportunidade: O Brasil possui um enorme potencial para exportar tecnologia solar e serviços relacionados para outros países da América Latina e além.

Recomendação: Empresas brasileiras devem explorar mercados internacionais e buscar oportunidades de exportação. Participar de feiras internacionais e estabelecer escritórios de representação em mercados-alvo pode facilitar essa expansão.

Desta forma, percebe-se que o setor de energia solar fotovoltaica no Brasil está repleto de oportunidades impulsionadas pelo crescimento do mercado, incentivos governamentais, avanços tecnológicos e a busca por uma transição energética mais sustentável. No entanto, para superar os desafios e maximizar essas oportunidades, é essencial adotar estratégias coordenadas que incluam a promoção de políticas favoráveis, investimento em P&D, desenvolvimento de novos modelos de negócios e a expansão para mercados internacionais. Com essas medidas, o Brasil pode se tornar um líder global em energia solar, contribuindo para um futuro mais sustentável e resiliente.

Considerações Finais

Neste trabalho buscou-se analisar o estado atual dos modelos de negócios direcionados a energia solar fotovoltaica. Para isso, fez uso da combinação de um diagnóstico atual da tecnologia alinhado a entrevistas com especialistas da área. Desse modo, foi possível responder as perguntas elencadas na seção 1.3, em relação a análise das principais barreiras e desafios enfrentados por modelos de negócios para energia solar fotovoltaica no Brasil.

O primeiro objetivo específico foi alcançado por meio da revisão de literatura acerca do mapeamento dos modelos de negócios existentes para energia solar fotovoltaica. Ao todo há quatro modelos de negócios para energia solar fotovoltaica existentes no Brasil: Turnkey (ou Aquisição); Compra Coletiva; Locação e Leasing. Os modelos podem ser classificados de acordo com a posse do sistema fotovoltaico, podendo ser remoto (Compra coletiva e Locação) ou local (Turnkey e Leasing) a geração.

É importante destacar que, por se tratar de um produto tecnológico e de um mercado regulado pela REN 482, todos os modelos apresentam riscos comuns tanto para o cliente quanto para a empresa. Além disso, possuem diferenças que devem ser analisadas cuidadosamente, considerando os pontos positivos e negativos de cada um.

O segundo objetivo alcançado estava relacionado a analisar os fatores regulatórios e econômicos que influenciam a adoção e o crescimento dos modelos de negócios fotovoltaicos das empresas no Brasil. Analisar os fatores são essenciais para compreender o cenário atual e identificar as oportunidades e desafios específicos do setor. Os fatores regulatórios incluem a existência e a aplicação de políticas públicas, incentivos fiscais, subsídios, regulamentações e normas que afetam diretamente a viabilidade e a atratividade dos investimentos em energia solar fotovoltaica.

Por exemplo, políticas como a Resolução Normativa 482 da ANEEL, que regulamenta a microgeração e minigeração distribuída no Brasil, têm um papel fundamental no incentivo ao uso de energia solar, permitindo que consumidores gerem sua própria eletricidade e recebam créditos por isso. No entanto, a falta de clareza e a instabilidade nas políticas podem criar incertezas que dificultam os investimentos.

Do ponto de vista econômico, fatores como a disponibilidade de financiamento, custos de implementação, retorno sobre investimento, e a competitividade dos preços da energia solar em comparação com outras fontes de energia são críticos. Incentivos financeiros, como linhas de crédito específicas para energia solar, podem facilitar a adoção pelos consumidores e empresas. Por outro lado, a variação nos preços dos componentes e a competitividade com outras fontes de energia afetam a atratividade econômica dos projetos fotovoltaicos.

O terceiro objetivo relaciona-se a avaliar os desafios enfrentados pelos modelos de negócios fotovoltaicos no Brasil. As principais barreiras encontradas na literatura, e descritas para implementação dos modelos de negócios para a FV, são as Barreiras Regulatórias, Barreiras Sociais e Culturais, Barreiras Institucionais, Barreiras Ambientais, Barreiras Econômicas e Políticas, Barreiras Técnicas e Tecnológicas, Barreiras na Operação do Sistema, Barreiras de Mercado.

As barreiras econômicas e políticas são relacionadas a subsídios inadequados, falta de linhas de financiamento e instabilidade econômica que desincentivam os investimentos. Barreiras técnicas e tecnológicas envolvem desafios na implementação e manutenção dos sistemas fotovoltaicos, enquanto barreiras na operação do sistema podem incluir dificuldades em integração e gestão dos sistemas instalados. Por fim, as barreiras de mercado dizem respeito à competitividade e à demanda insuficiente, que podem limitar o crescimento do setor.

Entender e abordar essas barreiras é fundamental para fomentar a adoção e o crescimento dos modelos de negócios fotovoltaicos, permitindo um desenvolvimento mais sustentável e robusto da energia solar no Brasil.

O quarto objetivo propôs recomendações estratégicas para superar barreiras do setor fotovoltaico no Brasil. Citar recomendações estratégicas para superar as barreiras do setor fotovoltaico no Brasil é um passo crucial para incentivar a adoção e o crescimento sustentável dessa tecnologia. Elas estão relacionadas a: Desenvolvimento de Políticas Públicas Estáveis e Favoráveis; Incentivos Financeiros e Linhas de Crédito Específicas; Campanhas de Conscientização e Educação; Desenvolvimento Tecnológico e Pesquisa; Infraestrutura e Logística; Modelos de Negócios Inovadores e Aperfeiçoamento do Marco Regulatório.

Em relação as entrevistas, ao longo das discussões, foram possíveis observações abrangentes e detalhadas sobre diversos aspectos relacionados à energia solar fotovoltaica, destacando tanto os desafios quanto as oportunidades associadas a essa fonte de energia renovável. É evidente que há uma compreensão profunda das questões regulatórias, técnicas, econômicas e sociais que impactam o setor.

É destacado uma série de desafios significativos enfrentados pelo setor de energia solar no Brasil. Apontando para a complexidade regulatória, incluindo a interpretação das leis e a falta de estabilidade nas políticas, como obstáculos importantes para o crescimento e desenvolvimento do mercado. Além disso, a necessidade de mão de obra qualificada é ressaltada como uma questão crucial, juntamente com a importância de investir em programas de capacitação para suprir essa demanda crescente.

As medidas propostas para impulsionar o crescimento do mercado de energia solar são abrangentes e incluem simplificação das regulamentações, estabilidade regulatória, incentivos

fiscais e linhas de crédito favoráveis. Essas medidas são essenciais para tornar o investimento em energia solar mais atraente e acessível, promovendo um maior crescimento do setor.

A interferência das concessionárias de energia é mencionada como outro desafio, com dificuldades na interação entre empresas de energia solar e essas concessionárias. A sugestão de melhorar a comunicação e colaboração entre essas partes é válida para superar essas barreiras.

Uma das principais conclusões é a necessidade de uma abordagem integrada e colaborativa para superar os desafios e promover o crescimento sustentável da energia solar. Isso inclui a importância de parcerias entre empresas, instituições de pesquisa, governos e sociedade civil para impulsionar a inovação, reduzir custos, promover a capacitação profissional e desenvolver políticas públicas favoráveis.

Além disso, as entrevistas destacam a relevância da energia solar não apenas como uma fonte de energia limpa e acessível, mas também como um motor de desenvolvimento econômico e social, criando empregos, reduzindo a dependência de combustíveis fósseis e democratizando o acesso à eletricidade.

As entrevistas oferecem uma visão abrangente das oportunidades e desafios associados à energia solar fotovoltaica e enfatiza a importância de uma abordagem holística e colaborativa para maximizar seu potencial como parte fundamental de uma transição energética sustentável. As dificuldades relacionadas a estoques e reprovações adicionais destacam desafios operacionais e regulatórios específicos enfrentados pelas empresas de energia solar. Essas considerações refletem a complexidade do ambiente em que essas empresas operam e a necessidade de abordagens integradas para enfrentar esses desafios de maneira eficaz.

Em resumo, o setor de energia solar fotovoltaica no Brasil está repleto de oportunidades e perspectivas para investidores, empresas e profissionais do setor, impulsionadas pelo crescimento do mercado, incentivos governamentais, avanços tecnológicos e a busca por uma transição energética mais sustentável.

Recomendações Futuras

Faz-se necessário apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias fotovoltaicas, visando aumentar a eficiência e reduzir os custos. Além de promover parcerias entre empresas, universidades e centros de pesquisa para fomentar a inovação no setor.

Incentivar a diversificação dos modelos de negócio, como leasing e compra coletiva, que podem tornar a energia solar mais acessível para diferentes perfis de consumidores. Assim como Estimular parcerias entre o setor público e privado para desenvolver projetos de energia solar de grande escala e infraestrutura compartilhada.

Pontos como o incentivo práticas sustentáveis em toda a cadeia de produção e instalação

de sistemas fotovoltaicos, minimizando os impactos ambientais.

Também, a criação de programas de apoio a startups e pequenas empresas inovadoras no setor fotovoltaico, incentivando o desenvolvimento de soluções tecnológicas avançadas.

Implementando essas recomendações, o Brasil pode superar as barreiras existentes no setor fotovoltaico, promovendo um crescimento mais rápido e sustentável da energia solar, contribuindo significativamente para a matriz energética nacional e os objetivos de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- A. Bergek, S. Jacobsson, and B. A. Sandén. “legitimation” and “development of positive externalities”: two key processes in the formation phase of technological innovation systems. *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5):575–592, 2008.
- A. Bergek, F. Boons, et al. An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. *Environmental innovation and societal transitions*, 31:1–32, 2019.
- A. Bergek. Technological innovation systems: a review of recent findings and suggestions for future research. *Handbook of sustainable innovation*, pages 200–218, 2019.
- A. C. Gil et al. *Como elaborar projetos de pesquisa*, volume 4. Atlas São Paulo, 2002.
- A. C. Gil et al. *Como elaborar projetos de pesquisa*, volume 4. Atlas São Paulo, 2007.
- A. C. Gil. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- A. Cherp, V. Vinichenko, J. Jewell, E. Brutschin, and B. Sovacool. Integrating techno-economic, socio-technical and political perspectives on national energy transitions: A meta-theoretical framework. *Energy Research & Social Science*, 37:175–190, 2018.
- A. Dresch, D. P. Lacerda, and J. A. V. A. Júnior. *Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman Editora, 2015.
- A. J. F. d. C. Dias. *Análise de dados para previsão de micro produção de energia solar e eólica*. PhD thesis, 2015.
- A. Klitkou, S. Bolwig, T. Hansen, and N. Wessberg. The role of lock-in mechanisms in transition processes: The case of energy for road transport. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 16:22–37, 2015.
- A. L. Thormann, M. N. Cortimiglia, and B. V. Todeschini. Mapeamento de modelos de negócio de integradores para projetos de energia solar fotovoltaica no brasil. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 3(2):69–88, 2017.
- Absolar. Panorama da solar fotovoltaica no brasil e no mundo. 2023. URL <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>.
- ANEEL. Resolução normativo nº786, de 17 de outubro de 2017. 2017. URL <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2017786.pdf>.
- B. I. de Matos. *Modelos Estocástico de Viabilidade Financeira de um Projeto de Geração de Energia Solar de uma Cooperativa com Geração Remota Compartilhada*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.
- B. Carlsson and R. Stankiewicz. On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1:93–118, 1991.

- B. K. e. S. T. e. S. S. Geels, Frank W e Sovacool. Transições sociotécnicas para descarbonização profunda. *Ciência*, 357(6357):1242–1244, 2017.
- B. S. E. Solar. *Os Sistemas de Energia Fotovoltaica*. Universe Books, 2017.
- C. R. VAZ and M. Uriona Maldonado (2017). Revisão de literatura estruturada: proposta do modelo sysmap (scientometric and systematic yielding mapping process). *Aplicações de Bibliometria e Análise de Conteúdo em casos da Engenharia de Produção*, volume=1, pages=21–42, year=2017, publisher=UFSC Florianopolis, Brazil.
- C. Azariadis and A. Drazen. Threshold externalities in economic development. *The quarterly journal of economics*, 105(2):501–526, 1990.
- C. Chaminade and C. Edquist. From theory to practice: the use of the systems of innovation approach in innovation policy. *Innovation, Science, and Institutional Change A Research Handbook*, pages 141–163, 2006.
- C. d. M. Ramos. Procedimentos para caracterização e qualificação de módulos fotovoltaicos. *Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Univ. de S. Paulo, São Paulo, Brasil. 140p*, pages 18–23, 2006.
- C. Edquist. The systems of innovation approach and innovation policy: An account of the state of the art. pages 12–15, 2001.
- C. Kittel. Introdução a física do estado sólido, tradução. *Ronaldo Sérgio e de Biasi. 8a edição*, Rio de Janeiro, Editora LTC, 2006.
- Cogen/Aneel. Inserção da energia solar no brasil. 2012. URL http://www.cogen.com.br/content/upload/1/documentos/Solar/Solar_COGEN/Cogen_ANEEL2012.pdf.
- Cresesb – centro de referência para energia solar e eólica sérgio de salvo brito. 2016.
- D. J. Malvino, Albert Paul e Bates. *Eletrônica*. Amgh edition, 2011.
- D. J. Teece. Modelos de negócios, estratégia de negócios e inovação. *planejamento de longo prazo*, 43(2-3):172–194, 2010.
- D. Loorbach. *Transition management: new mode of governance for sustainable development*. 2007.
- E. E. D. P. Energética. Projetos cadastrados nos leilões a-3 e a-4 de 2021. 2021. URL
- E. L. Da Silva and E. M. Menezes. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.
- E. M. Rogers. *Diffusion of innovations*, new york, free press. 2003.
- E. R. Gobbo, M. A. T. F. da Silvs, et al. Do petróleo á energia fotovoltaica: a inserção do brasil neste novo mercado. 2018.

- V. Marcelo Gradella. Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações, São Paulo: Érica, volume 2, 2012.
- F. Matheus. Geração de energia elétrica solar. 2015. URL <https://fomatheus.wordpress.com/2015/06/04/sistemas-fotovoltaicos-autonomos/>.
- F. A. Torres. *Ecoeficiência em operações de empresas pelo uso de geração distribuído fotovoltaica*. PhD thesis, 2019.
- F. Camargo. Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no brasil: recomendações para políticas públicas. *WWF-Brasil. Brasília*, 2015.
- F. D. Bezerra. Energia solar. 2021. URL https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/834/1/2021_CDS_174.pdf.
- F. F. Figueira. Dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado á rede para alimentar a sala de computação da escola municipal tenente antônio joão - dissertação conclusão de curso – universidade federal do rio de janeiro, rio de janeiro. 2014.
- F. H. d. Santos. Rendimento de módulos fotovoltaicos sob condições específicas do espectro solar incidente na serra gaúcha. 2016.
- F. W. Geels. Transições tecnológicas como processos de reconfiguração evolutivo: uma perspectiva multinível e um estudo de caso. *Política de pesquisa*, 31(8-9):1257–1274, 2002.
- F. W. Geels. Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the multi-level perspective. *Energy Research & Social Science*, 37:224–231, 2018.
- F. W. Geels. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 33(6-7):897–920, 2004.
- G. C. Unruh. Entendendo o aprisionamento de carbono. 28:817–830, 2000.
- G. Martins and C. R. Theóphilo. Metodologia da investigação científica. *São Paulo*, 2009.
- G. N. G. Elgamal. As barreiras e perspectivas para geração de energia elétrica por painéis solares fotovoltaicos na matriz energética brasileira. 2016.
- G. V. L. Miranda. Modelos de negócios de geração distribuída com plantas fotovoltaicas. 2019.
- H. A. Mello and R. S. Biasi. Introdução á físico dos semicondutores. *Editores Edgard Blucher. São Paulo*, 1975.
- H. C. Romagnoli et al. Identificação de barreiras á geração distribuído no marco regulatório atual do setor elétrico brasileiro. 2005.
- H. Elmustapha and T. Hoppe. Challenges and opportunities of business models in sustainable transitions: Evidence from solar energy niche development in lebanon. *Energies*, 13(3),

2020. ISSN 1996-1073. Doi: 10.3390/en13030670. URL <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/3/670>.

- I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, C. J. Pal, and M. Data. Practical machine learning tools and techniques. In *Data Mining*, volume 2, pages 403–413. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2005.
- I. Hamwi, Michael e Lizarralde. Uma revisão de modelos de negócios para sistemas de eletricidade orientados a serviços. *Procedia CIRP*, 64:109–114.
- I. N. R. Vilela. Identificação de nichos de mercado da geração distribuída fotovoltaica para o desenvolvimento de modelos de negócios. 2014.
- I. T. Salamoni. *Um programa residencial de telhados solares para o Brasil: diretrizes de políticas públicas para a inserção da geração fotovoltaica conectada à rede elétrica*. 2009. 200 f. PhD thesis, Tese (Doutorado em Engenharia Civil)–Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.
- I. Vilela and E. Silva. A geração compartilhado de energia: uma análise dos modelos e o papel da concessionária. *Revista Brasileira de Energia*, 23(1):24–36, 2017.
- IRENA. Renewable energy capacity statistics. 2019.
- J. A. Schumpeter and A. J. Nichol. Robinson’s economics of imperfect competition. *Journal of political economy*, 42(2):249–259, 1934.
- J. ABINEE et al. Propostas para inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira. *ABINEE-Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica.*, 176, 2012.
- J. C. Barbieri. *Gestão ambiental empresarial*. Saraiva Educação SA, 2017.
- J. F. I. da Costa and P. F. M. dos Santos. Modelos geradores de energia fotovoltaica: Uma análise de viabilidade no estado do goiás. *Revista Brasileira de Energia Solar*, 8(2):150–158, 2017.
- J. Halls, C. Walsh, N. C. Greenham, E. Marseglia, R. H. Friend, S. Moratti, and A. Holmes. Efficient photodiodes from interpenetrating polymer networks. *Nature*, 376(6540):498–500, 1995.
- J. J. d. Paula. Barreiras e potencialidades á difusão de geração fotovoltaico, conectada á rede de distribuição, no estado do tocantins. 2016.
- J. Köhler, F. W. Geels, F. Kern, J. Markard, E. Onsongo, A. Wiczorek, F. Alkemade, F. Avelino
- J. Markard, R. Raven, and B. Truffer. Transições de sustentabilidade: um campo emergente de pesquisa e suas perspectivas. *Política de pesquisa*, 41(6):955–967, 2012.
- J. Markard. A próxima fase da transição energética e suas implicações para a pesquisa e a política. *Energia da Natureza*, 3(8):628–633, 2018.

- J. Nill and R. Kemp. Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm? *Research policy*, 38(4):668–680, 2009.
- J. P. Painuly. Barreiras á penetração de energia renovável; uma estrutura para análise. *Energia renovável*, 24(1):73–89, 2001.
- J. Peroza et al. Caracterização elétrica de módulos fotovoltaicos de distintas tecnologias a partir de ensaios com simulador solar e iluminação natural. 2015.
- J. R. S. Costa et al. O modelo de negócio pss e seu impacto na difusão da energia solar na região sul do brasil. 2019.
- J. S. T. d. VASCONCELOS et al. Dimensionamento e projeto de um sistema solar fotovoltaico. 2018.
- J. Schot and F. W. Geels. Gestão de nicho estratégico e jornadas de inovação sustentável: teoria, descobertas, agenda de pesquisa e política. *Análise de tecnologia gestão estratégica*, 20(5): 537–554, 2008.
- J. Souza and A. Neto. *Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações para o ensino médio*. PhD thesis, Tese (Doutorado)UFPA, Pará, 2016. Citado 4 vezes nas, 2016.
- J. Struben and J. D. Sterman. Transition challenges for alternative fuel vehicle and transportation systems. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(6):1070–1097, 2008.
- J. V. J. B. Rodrigues and M. M. M. Ferreira. Estudo preliminar de viabilidade econômica de geração de energia solar fotovoltaica conectada á rede em uma fábrica de montagem de motores. B.S. thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.
- J.-P. G. J. SMITH, A.; VOSS. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. *Research Policy*, 39(4):435–448, 2010.
- Journal of political economy*, 94(4):822–841, 1986.
- L. A. Hecktheuer. Análise de associações de módulos fotovoltaicos. 2001.
- L. da Motta Borges. Dimensionamento e gestão de energia solar fotovoltaica para aplicação em sistemas automatizados isolados da rede elétrica.
- L. H. de Souza Costa. A cadeia produtiva fotovoltaica no brasil: Um diagnóstico a partir da abordagem de sistema de inovação. 2018.
- L. L. C. d. Santos et al. *Projeção da difusão de sistemas fotovoltaicos em consumidores residenciais de baixa tensão*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Maria, 2018.
- L. M. Serodio. Estado da arte da obtenção de silício grau solar. *Escola Politécnica/UFRJ*, 2009.
- L. Solar. Como funciona o sistema fotovoltaico. 2021. URL <https://luzsolar.com.br/como-funciona-o-sistema-fotovoltaico/>.

- L. V. Barros. *Avaliação de modelos de negócio para energia solar fotovoltaica no mercado de distribuição brasileiro*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2014.
- M. A. Pinto. Utilização de painéis solares fotovoltaicos no segmento residencial. 2015.
- M. B. Peroni. *Viabilidade econômico-financeira e barreiras para o avanço da energia solar fotovoltaica no setor de supermercados*. PhD thesis, 2018.
- M. D. M. E. E. E. D. P. E. MME/EPE. Plano decenal de expansão de energia 2030. 2021. URL
- M. d. S. Tonon. Análise de cenários utilizando fontes de energia de origem solar em consumidores do assentamento estrela da ilha. 2016.
- M. Doganova, Liliana e Eyquem-Renault. O que os modelos de negócios fazem? Narrativas, cálculo e exploração de mercado. *Política de Pesquisa*, 38(10):1559–1570, 2009.
- M. e. Z. J. e. W. M. e. M. J. e. F. B. Ulli-Beer, Silvia e Kubli. Modelagem participativa de transições sócio-técnicas: Por que e como devemos olhar além do desafio da transição de energia específica? 34(4):469–488, 2017.
- M. L. Katz and C. Shapiro. Technology adoption in the presence of network externalities.
- M. P. Hekkert and S. O. Negro. Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological forecasting and social change*, 76(4):584–594, 2009.
- M. P. Hekkert, R. A. Suurs, S. O. Negro, S. Kuhlmann, and R. E. Smits. Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological forecasting and social change*, 74(4):413–432, 2007.
- M. Slackerelli. Ownership structures and financing options for solar energy generation in the redwood coast energy authority service area. [s.l.] the faculty of humboldt state university. 2017.
- MppSolar. Como conectar dois ou mais painéis solares em paralelo. 2019.
- N. C. G. Neto, L. d. N. de Souza, C. A. F. Castro, D. de Andrade Costa, and M. I. P. Ferreira. Soluções baseadas na natureza aplicadas à conservação e à gestão integrado das águas - um estudo prospectivo à luz da agenda 2030 da onu. *Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, (51):30–43, 2020.
- N. e. A. F. Loorbach, Derk e Frantzeskaki. Pesquisa em transição de sustentabilidade: transformando ciência e prática para mudança social. *Revisão anual do ambiente e recursos*, 42: 599–626.
- PORTALGD. Portal gd, editorial.; 2004a. icms: Um freio para a gd. portal gd. 2004.
- R. Horváth, D. e Szabó. Evolução dos modelos de negócios fotovoltaicos: Superando as principais barreiras da implantação de energia distribuída. *Revisões de Energia Renovável e*

- sustentável*, 90:623–635, 2018.
- R. A. do Nascimento Purificação, H. R. Ramos, and C. T. Kniess. Barreiras e facilitadores para o uso da energia fotovoltaica: uma revisão sistemática da literatura. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 16(2), 2020.
- R. A. Shayani. Medição do rendimento global de um sistema fotovoltaico isolado utilizando módulos de 32 células. 2006.
- R. C. de Souza. *Modelos de Negócio para Micro e Mineração Distribuída Fotovoltaica no Brasil: Características e Impactos com a Alteração da Compensação da Energia*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.
- R. d. S. Benedito. *Caracterização da geração distribuída de eletricidade por meio de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, no Brasil, sob os aspectos técnico, econômico e regulatório*. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2009.
- R. Sauter and J. Watson. Strategies for the deployment of micro-generation: Implications for social acceptance. *Energy Policy*, 35(5):2770–2779, 2007.
- R. Smith, A. e Raven. O que é espaço protetor? Reconsiderando nichos nas transições para a sustentabilidade. 41(6):1025–1036, 2012.
- R. Zilles, W. N. Macêdo, M. A. B. Galhardo, and S. H. F. de Oliveira. *Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica*. Oficina de textos, 2016.
- REN21.Ren21. Renewables 2017: global status report. 2017.
- S. e. K. R. e. S. H. Frantzis, L e Graham. Modelos de negócios fotovoltaicos. Technical report, 2008.
- S. G. Nelson, Richard R e Winter. Em busca de uma teoria útil da inovação. pages 215–245, 1977.
- S. Jacobsson and A. Bergek. Innovation system analyses and sustainability transitions: Contributions and suggestions for research. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1):41–57, 2011.
- S. Kilic. Linear regression analysis theory and computing, 2013.
- S. R. Campos. *Modelos de Negócio para Micro e Mineração Distribuída Fotovoltaica no Brasil: Características e Impactos com a Alteração da Compensação de Energia*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020.
- Solarvolt. “Avanço da implementação da energia solar no Brasil”. 2017. Suniva.
- Greenpro/suniva. URL www.suniva.com.
- T. E. Gerhardt and D. T. Silveira. *Métodos de pesquisa*. Plageder, 2009.

- U. Cambridge, editor. *Energia solar: a física e a engenharia da conversão fotovoltaico, tecnologias e sistemas*. UFSC, Florianópolis, 4a. edição, 123, 2005.
- V. Smil. *Energy: a beginner's guide*. Simon and Schuster, 2017.
- Vian, C. M. V. Tahan, G. J. R. Aguiar, M. R. Gouvea, and M. M. F. Gemignani. *Energia Solar: Fundamentos Tecnologia e Aplicações*. Editora Blucher.
- W. G. Willis, H Lee e Scott. *Geração de energia distribu'ida: planejamento e avaliação*. Crc press edition, 2018.
- WWF. World wide fund for nature – Brasil – wwf-brasil. Desafios e oportunidades para a energia solar fotovoltaica no brasil: recomendações para políticas públicas. Brasília: Wwf-brasil. *Método de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2015.

A P ÊNDICE A – Roteiro da Entrevista Semi-Estruturada

Introdução

1 – Identificação / EMPRESA / Nomes.

2 - Comente sobre sua organização e seus envolvimento com o desenvolvimento da energia solar.

3 – Comente a respeito das interações que o sua organização mantém com os atores interessados no setor solar.

4 – Comente quais fatores acredita ter influenciado na expansão da energia solar fotovoltaica nos últimos anos.

Função TIS

Desenvolvimento e Difusão do conhecimento (aprendizado)

1 – Comente a respeito dos projetos e investimento em conhecimento, adquiridos por sua organização, relacionados a energia solar fotovoltaica.

2- Comente sobre a troca de informações e atualizações da tecnologia, adquiridos com as universidades e instituições de pesquisa.

Direcionamento das Pesquisas

1 – Como é sua visão a respeito do desenvolvimento e crescimento de mercado nos próximos anos, da energia solar fotovoltaica.

2- Comente sobre as políticas públicas direcionadas a expansão da energia solar fotovoltaica.

3- Comente sobre as políticas públicas direcionadas aos modelos de negócios fotovoltaicos.

Atividades Empreendedoras

1- Comente sobre as dificuldades enfrentadas pelas organizações do setor de energia solar fotovoltaica, com a aplicação dos modelos de negócios existentes.

2- Comente qual melhor modelo acredita se enquadrar, diante dos padrões políticos existentes, para os empreendedores do setor.

Formação de Mercado

1 - Quais são as principais barreiras para expansão do setor solar no Brasil.

2 - O que deve ser feito para expandir a tecnologia da energia solar no Brasil, em termos de modelos de negócios utilizados.

Mobilização de Recursos

1 - Comente a respeito dos recursos financeiros dos modelos de negócios, alocados ao desenvolvimento da energia solar no país.

2 – Comente a respeito da infraestrutura que existe para esses modelos de negócios, atrelados ao desenvolvimento da energia solar no país.

Criação de Legitimidade

1 – Comente a respeito das possibilidades de apoio governamental ou da indústria, para a expansão do mercado para a energia solar no país.

2 – Comente a respeito das dificuldades que os modelos de negócios fotovoltaicos tem enfrentado para sua expansão.

3 - Quais são as principais falhas ou incoerências das políticas energéticas no país, que prejudicam o desempenho e as possibilidades dos modelos de negócios.

Desenvolvimento de Externalidades Positivas

1 – Comente a respeito dos benefícios que a energia solar proporciona para o país em termos sociais, econômicos, ambientais, energéticos e de desenvolvimento tecnológico e industrial.

2 - Quais são as fragilidades do setor solar no país atualmente.

3 - Quais as principais dificuldades encontradas para a expansão da energia solar fotovoltaica, ao longo prazo, em termos de modelos de negócios existentes e utilizados?

APÊNDICE B – Revisão de Literatura Estruturada

1.1 Dados Gerais da Revisão de Literatura da Pesquisa

O total de documentos encontrados nessas análises foram 395, sendo 193 na base de dados Web of Science e 202 na base de dados Scopus. A descrição dos dados encontrados e suas respectivas quantidades são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Principais dados encontrados na pesquisa

Documentos	Resultados
Fontes	395
Período	1974-2021
Média de Citações por Documentos	18,85
Autores	1135
Autores de documento com autoria múltipla	14

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Os resultados também foram organizados de acordo com o tipo de documento, conforme Tabela 5.

Tabela 5: Tipo de Documento e Frequência

Tipo de documento	Frequência
Artigo	197
Book	11
Book Section	14
Conferência	197
Review	27
Serial	14

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A quantidade de publicações de documentos em cada um dos anos é apresentada na Tabela 6. Pode-se observar que o ano de 2019 possui o maior número de publicações (40 documentos).

Tabela 6: Número de Documentos por ano

Ano	Documento
1982	1
1984	1
2004	3
2005	3
2006	3
2008	9
2009	7
2010	15
2011	5
2012	9
2013	10
2014	11
2015	15
2016	24
2017	21
2018	26
2019	40
2020	20
2021	31
2022	34

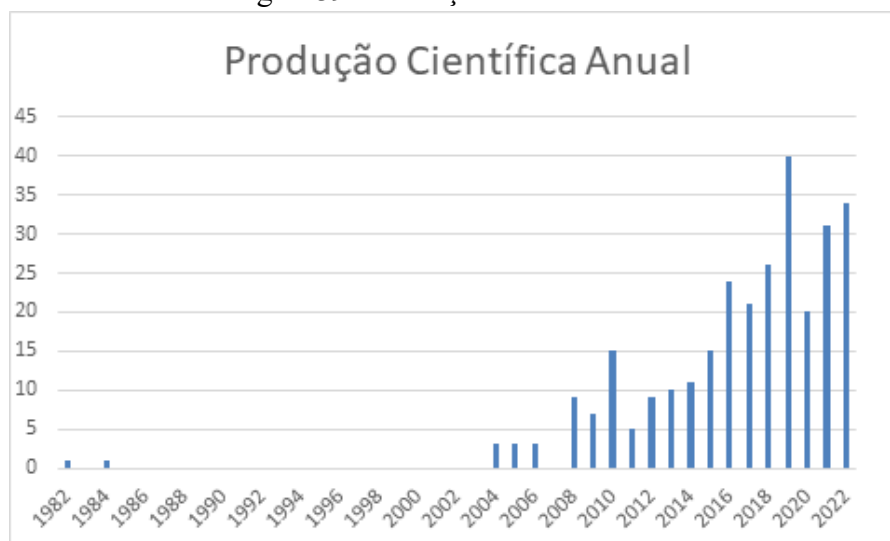
Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Pode-se também analisar o número de documentos referentes a cada ano na figura 36, quando se verifica o crescimento de publicações a partir do ano de 2016. Os primeiros documentos começaram a ser publicados no ano de 1982, e as publicações mais recentes são de 2022.

1.1.1 Análise Bibliométrica

Para a análise bibliométrica, os documentos passaram por um processo de filtragem (Fase 2) removendo os documentos duplicados. Sendo assim, dos 395 documentos encontrados nas duas bases de dados da *Scopus e Web of Science*, 255 foram utilizados na análise bibliométrica. Os resultados dessa análise são apresentados na sequência, representando na Figura 39.

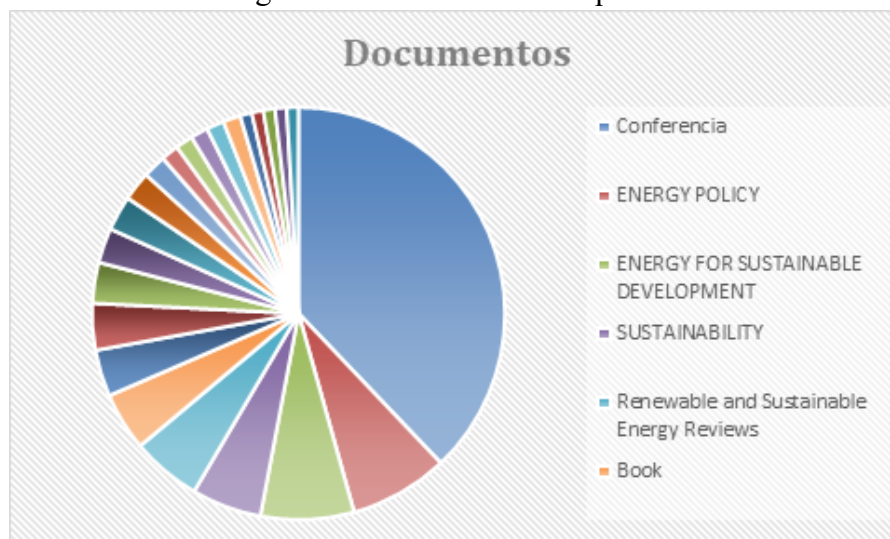
Figura 39: Produção científico anual.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

A Figura 40, apresenta os Journal mais frequentes. Sendo os com maiores números de documentos o *Journal Article*, *Conference Proceedings* e *Conference Paper*.

Figura 40: Journals mais frequentes.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Energy Policy é uma revista acadêmica mensal revisada por pares que cobre pesquisas sobre política energética e fornecimento de energia. É publicado pela Elsevier. De acordo com o *Journal Citation Reports*, a Política Energética tem um fator de impacto de 6.142 para 2020, classificando-a em 19º lugar entre 376 na categoria "Economia".

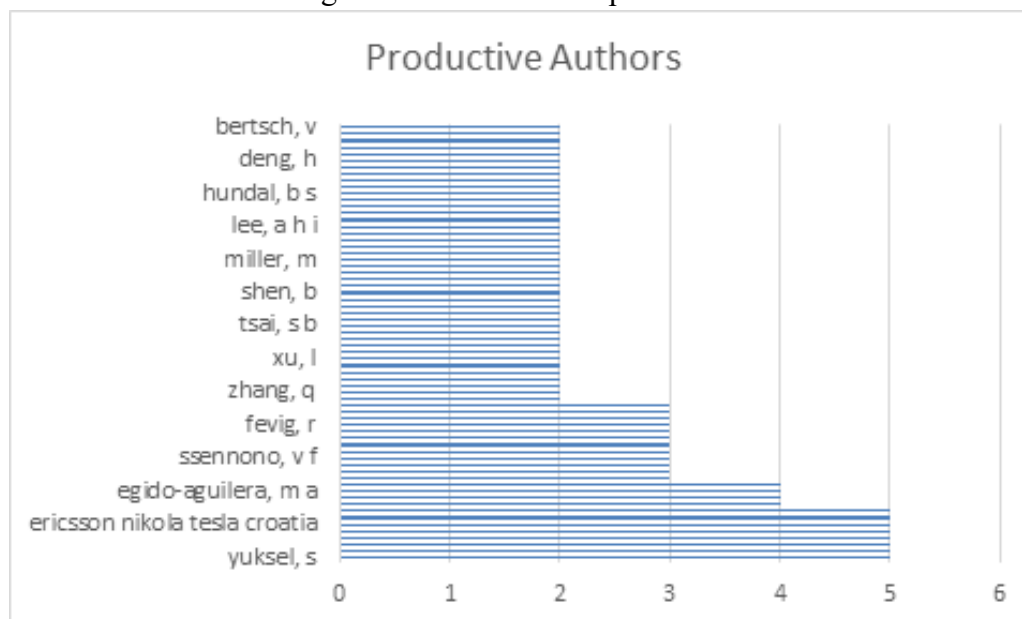
Sustainability é uma revista internacional, interdisciplinar, acadêmica, revisada por pares e de acesso aberto sobre sustentabilidade ambiental, cultural, econômica e social de seres humanos. Ele fornece um fórum avançado para estudos relacionados à sustentabilidade e ao desenvolvimento sustentável, e é publicado pela MDPI.

Energy for Sustainable Development é o jornal para tomadores de decisão, gerentes, consultores, formuladores de políticas, planejadores e pesquisadores em organizações governamentais e não governamentais. Publica pesquisas originais e análises sobre energia em países em desenvolvimento, desenvolvimento sustentável, recursos energéticos, tecnologias, políticas e interações.

Renewable and Sustainable Energy Reviews tem como missão, comunicar o pensamento crítico mais interessante e relevante em energia renovável e sustentável, a fim de reunir a comunidade de pesquisa, o setor privado e os formuladores de políticas e decisões. O objetivo da revista é compartilhar problemas, soluções, novas ideias e tecnologias para apoiar o desenvolvimento sustentável, a transição para um futuro de baixo carbono e alcançar nossas metas de emissões.

Pode-se observar na Figura 41, quais os autores foram mais frequentes nos resultados das buscas. Yuksel S.; Ericsson N. e Dincer H. foram os autores mais frequentes, todos com um total de cinco publicações. Em seguida, com quatro publicações cada, os autores Egido A. e Eras A.

Figura 41: Autores mais produtivos.

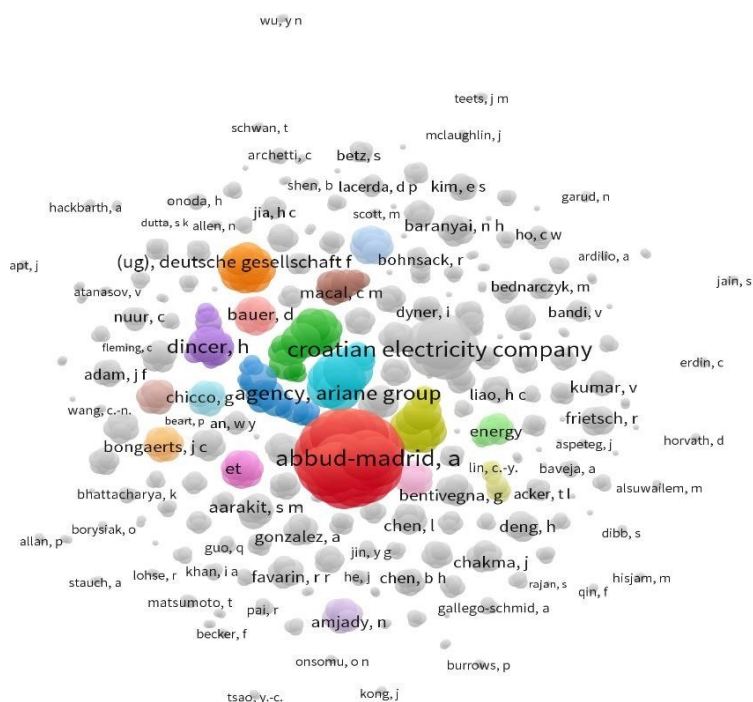


Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Outra relação analisada foi a co-citação entre os autores, ilustrada pela Figura 42, na qual indica a relação de colaboração existente entre diversos autores. A análise desta figura aborda que há 210 clusters, e podemos observar que cada cor indica um tipo de cluster diferente.

O peso atribuído à cor de um determinado cluster é determinado pelo número de itens pertencentes a esse cluster na vizinhança do ponto e o peso (maior número de documentos na amostra) de um item também é levado em consideração. A distância entre dois autores na visualização indica aproximadamente o parentesco em termos de links de co-citação.

Figura 42: Cluster de autores mais produtivos.



Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

Em geral, quanto mais próximos estão localizados os clusters e autores uns dos outros, mais forte é a relação envolvida. A distribuição dos autores e suas pequenas redes demonstra uma atividade ainda baixa de afinidade entre esses autores. Para evidenciar, autores salientes dessa análise são Yuksel S., Ericsson N. e Dincer H. Isso significa que estão com maior atividade em número de pesquisas correlatas e também em relação à intensidade de co-citações envolvendo esses autores. Do ponto de vista da cientometria, o número de insights para realizar pesquisas com foco em avanço da área torna-se significativo.

Em relação às palavras-chave mais frequentes, aparecem a “Solar Energy” com 38 ocorrências, “Investments” com 28 ocorrências. “Business Models” e “Commerce” com 25 ocorrências, “Solar power generation” com 23 ocorrências e “Renewable energies” com 20 ocorrências. A tabela 7 apresenta todas as palavras-chave com sua perspectiva frequência de aparições.

Tabela 7: Ocorrências de Keyword

Keyword	Ocorrência
Solar energy	38
Investments	28
Business models	25
Commerce	25
Solar power generation	23
Renewable energies	20
Energy policy	19
Photovoltaic cells	18
Photovoltaic system	17
Solar power	16
Economics	14
Renewable energy	14
Renewable energy resources	13
Sustainable development	13
Costs	11
Photovoltaics	11
Business model	10
Decision making	10
Alternative energy	9
Competition	9
Electric power transmission networks	9
Electric utilities	9
Solar photovoltaics	9
Business modeling	8

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.

1.1.2 Análise Sistêmica

Como mencionado no item 3.2, a quarta etapa do método SYSMAP é chamada de análise sistêmica, ou então, análise de conteúdo. Nessa etapa, são levantadas as lacunas e oportunidades de pesquisa com base na leitura integral dos textos alinhados com o tema (filtrados ainda na Fase 2). Para isso, é recomendado que inicialmente seja criada uma pergunta de pesquisa de acordo com o tema de investigação do pesquisador e, assim, obter as lacunas de pesquisa desejadas (VAZ e Uriona Maldonado, 2017).

A pergunta utilizada para a realização dessa etapa foi: "Quais são as barreiras para a difusão da energia solar fotovoltaica no Brasil"?

Esses artigos que compõem a amostra II, e que tiveram seus conteúdos analisados, possibilitaram a identificação das barreiras e lacunas de pesquisas. Com a leitura integral desses artigos, foi possível ter uma ampla noção da energia solar e suas barreiras. Principalmente porque os artigos estudaram cenários de diversos países, como Alemanha, Austrália, Bélgica, Brasil, China, Coreia, Estados Unidos, Finlândia, Hungria, Irlanda, Islândia, Israel, Itália, Laos, Malásia, Noruega e Suécia. Assim como em proporções mais amplas, como toda a União Europeia, ou países nórdicos, ou em menores proporções, como somente a capital de um desses países ou alguma cidade relevante para os estudos.

Além disso, nesses artigos, diversas metodologias de pesquisa foram utilizadas pelos autores, desde revisão da literatura existente, estudos de casos, entrevistas com possíveis usuários de veículos elétricos, especialistas no assunto, empresários, engenheiros, políticos e governantes, entre outros. Com essa diversificada gama de pesquisas, foi possível compreender quais são as principais barreiras para a difusão da energia solar fotovoltaica.

PÊNDICE C - Principais Barreiras para Inserção dos Sistemas FV

Barreiras para implementação dos sistemas FV		
Área	Subárea	Fonte
Econômica	Alto custo de aquisição	Paula (2016); Santos (2018); Horváth e Szabó (2018); Lo et al. (2018); Karakaya e Sriwannawit (2015); Zhang et al. (2012); Elgamal (2016); Romagnoli (2005); Costa (2019);
Econômica	Elevado tempo de payback	Paula (2016); Elgamas (2016); Lo et al. (2018); Karakaya e Sriwannawit (2015); Brudermann et al. (2013); Zhang et al. (2012); Romagnoli (2005); Santos (2018)
Econômica	Custos de manutenção	Lo et al. (2018); Wyllie et al. (2018); Rai et al. (2016); Karakaya e Sriwannawit (2015); Brudermann et al. (2013); Zhang et al. (2012); Paula (2016)
Econômica	Informações sobre grandeza dos custos	Elgamal (2016); Lo et al. (2018); Sen e Ganguly (2017); Karakaya e Sriwannawit (2015); Brudermann et al. (2013); Richter (2013); Paula (2016)
Econômica	Concorrência com outros investimentos	Horváth e Szabó (2018); Lo et al. (2018); Sen e Ganguly (2017); Karakaya e Sriwannawit (2015); Richter (2013); Elgamal (2016); Paula (2016)
Políticas	Ausência de mecanismos de financiamento	Elgamal (2016); Romagnoli (2005); Paula (2016); Peroni (2018); Costa
Políticas	Novos modelos de negócios	Romagnoli (2018); Souza (2020); Miranda (2019); Costa (2019)
Políticas	Tributações excessivas	Romagnoli (2018); Paula (2016); Peroni (2018); Santos (2018)
Políticas	Altas taxas para importação de equipamentos	Romagnoli (2005); Peroni (2018), Elgamas (2016); Paula (2016);
Políticas	Poucos recursos de P&D	Romagnoli (2005); Peroni (2018); Santos (2018)
Políticas	Infraestrutura para implementação da fonte	Romagnoli (2005); Elgamal (2016); Santos (2018)
Políticas	Programas de incentivo	Romagnoli (2005); Elgamal (2016); Peroni (2018); Santos (2018)
Regulatórias	Regulações adequadas	Paula (2016); Romagnoli (2018); Elgamal (2016); Peroni (2018)
Regulatórias	Reformulação das regulações já existentes	Paula (2016); Romagnoli (2018); Peroni (2018)
Sociais e Culturais	Desconhecimento sobre fontes renováveis	Painuly (2000); Romagnoli (2018); Santos (2018)
Sociais e Culturais	Ausência de informações sobre retorno	Elgamal (2016); Romagnoli (2018); Peroni (2018)
Institucionais	Melhor sinalização de custos	Paula (2016); Romagnoli (2005); Elgamas (2016); Peroni (2018)
Institucionais	Elevado custo marginal de amplificação	Paula (2016); Romagnoli (2018); Elgamal (2016);
Ambientais	Burocracia na obtenção de licenças ambientais	Painuly (2000); Salamani (2009); Romagnoli (2018); Peroni (2018)
Técnicas e Tecnológicas	Tecnologias com pouca maturidade	WILLIS & SCOTT (2000); Romagnoli (2018); Santos (2018)
Operação do Sistema	Segurança do sistema	(WILLIS & SCOTT, 2000); Romagnoli (2018); Peroni (2018); Horváth e Szabó (2018)
Operação do Sistema	Baixa previsão em conexão e fontes de energia	(WILLIS & SCOTT, 2000); Romagnoli (2018);
Mercado	Falta de instituições profissionais	Porta GD (2005); Paula (2016); Romagnoli (2018); Peroni (2018)
Mercado	Falta de mão de obra qualificada	Paula (2016); Romagnoli (2018); Elgamal (2016); Peroni (2018)

Fonte: Elaborada pela autora, 2024.