

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

CLARISSA FENSTERSEIFER

ENERGIA SOLAR POR ASSINATURA: MODELO DE NEGÓCIO E  
MIGRAÇÃO

Porto Alegre, RS

2023

CLARISSA FENSTERSEIFER

ENERGIA SOLAR POR ASSINATURA: MODELO DE NEGÓCIO E  
MIGRAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Administração da Escola de Administração da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Área de concentração: Inovação, Tecnologia e  
Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. Luís Felipe Nascimento

Porto Alegre, RS

2023

Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Nome: Clarissa Fensterseifer

Título: Energia solar por assinatura: modelo de negócio e migração

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Escola de Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovado em: 24 / 05 / 2023

### **Banca Examinadora**

Orientador: Prof. Dr. Luís Felipe Nascimento, PPGA/UFRGS

Profª Drª Ângela de Moura Ferreira Danilevicz, UFRGS / PMPEP

Profª Drª Claudia Viviane Viegas, UFRGS / PGGA

Profª Drª Tânia Nunes da Silva, UFRGS / PGGA

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luís Felipe Nascimento, pela competência, respeito, parceria e colaboração na escolha do tema e condução do processo.

À ÉOS Energia, em particular a Leonardo Mendes, por proporcionar ambiente amigável e informações para que o estudo de caso se realizasse em sua plenitude, e às instituições Vila Flores, Ksa Rosa e Misturaí, que muito colaboraram com seu tempo e relato de experiências.

À minha mãe e ao meu marido, queridos Maria Lúcia e Rodrigo, que acompanham minha trajetória desde muito, com suporte psicológico (e financeiro também). À minha tia Maria Clara que, igualmente, forneceu seu apoio.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em especial à Escola de Administração, que me acolheu mais uma vez como aluna, diversos anos após a conclusão da graduação na mesma casa.

Ao CNPq que, apesar das limitações de financiamento, contribuiu com parcela da pesquisa através de bolsa de estudos, mantendo acesa a esperança e a certeza de que a educação é o caminho acertado.

E, por fim, aos meus seis felinos, pela companhia durante os dias de aulas remotas e de redação.

“Pensar globalmente, agir localmente.”

Ulrich Beck

Fensterseifer, Clarissa. Energia solar por assinatura: modelo de negócio e migração [Dissertação]. Porto Alegre: Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2023.

## RESUMO

A conscientização e a necessidade de preservação dos biomas para evitar a recorrência de situações climáticas extremas, aliadas aos fatores econômicos, alavancam a necessidade de migração de sistemas tradicionais para energias limpas e renováveis. Considerando-se que a matriz energética brasileira é, em sua maioria, baseada em hidrelétricas e seja, por muitos, dita limpa, gera gases do efeito estufa, se avaliada toda amplitude para sua instalação e funcionamento. Assim, faz-se urgente alterar as fontes energéticas para modelos sustentáveis, envolvendo processos com baixa emissão de gases poluentes. Constitui o objetivo deste estudo investigar um modelo de migração para a utilização de energia solar fotovoltaica por assinatura, onde o usuário prescinde de instalação de placas, ressaltando seus entraves, limitações e vantagens. Classificada como uma pesquisa de abordagem qualitativa com um estudo de caso, utilizou visitas, observações, análise de documentos, além de entrevistas presenciais e virtuais com os responsáveis por instituições, na cidade de Porto Alegre: a Associação Cultural Vila Flores, o Coletivo Ksa Rosa e a Organização da Sociedade Civil Misturai. Todas elas negociaram com a empresa ÉOS Energia amparadas pela aproximação promovida pela Escola de Administração da UFRGS. O modelo de negócio da empresa foi mapeado e os resultados categorizados com auxílio de software, tomando por base a perspectiva Multinível de Transição para a Sustentabilidade. Dez categorias foram encontradas e, a partir das lacunas identificadas durante o processo, melhorias foram propostas. A maior fragilidade detectada diz respeito ao elo de comunicação entre as partes. As sugestões apontadas visaram auxiliar no estreitamento de laços, na clareza de informações, no incremento da carteira de assinantes, na ampliação da participação da energia solar fotovoltaica na matriz energética brasileira e na mitigação dos impactos ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Solar Fotovoltaica (ESFV), ESFV por Assinatura, Modelo de Negócios, Perspectiva Multinível, Sustentabilidade, Transição Sociotécnica.

Fensterseifer, Clarissa. Subscription solar energy: business model and provider migration [Master Thesis]. Porto Alegre: Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2023.

## **ABSTRACT**

The awareness and the preservation of biomes, to avoid the recurrence of extreme climatic situations, combined with economic factors, leverage the need to migrate from traditional systems to clean and renewable energies. Considering that the Brazilian energy matrix, mostly based on hydroelectric plants, is considered clean by many, it generates greenhouse gases if the entire scope for its installation and operation is evaluated. It is urgent to change energy sources to sustainable models involving processes with low emission of polluting gases. The objective of this study is to investigate a migration model for the use of photovoltaic solar energy by subscription, where the user dispenses the installation of solar cells, highlighting its obstacles, limitations and advantages. Classified as research with a qualitative approach with a case study, it used visits, observations, document analysis, in addition to face-to-face and virtual interviews with those responsible, in the city of Porto Alegre, for: Associação Cultural Vila Flores, Coletivo Ksa Rosa and the Civil Society Organization Misturaí. All of them negotiated with the company ÉOS Energia supported by the approximation promoted by the UFRGS School of Administration. The company's business model was mapped and the results categorized using software, based on the Multilevel Perspective for Transition to Sustainability. Ten categories were found and, based on the gaps identified during the process, improvements were proposed. The greatest fragility detected concerns the communication link between the parties. The suggestions made were aimed at helping to strengthen ties, clarify information, increase the subscriber portfolio, expand photovoltaic solar energy share in the Brazilian energy matrix and mitigate environmental impacts.

**KEYWORDS:** Business Model, Multilevel Perspective, Photovoltaic Solar Energy, Sociotechnical Transitions, Subscription of Photovoltaic Solar Energy, Sustainability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Oferta interna de energia elétrica por fonte: Brasil e R. G. Sul.....	17
Figura 2 - Mudanças na matriz elétrica brasileira 2020-2021 .....	18
Figura 3 - Objetivos Geral e Específicos.....	20
Figura 4 - Linha do tempo da energia solar fotovoltaica .....	26
Figura 5 - Perspectiva Multinível.....	37
Figura 6 - Modelo de Negócios.....	39
Figura 7 - Curva de Difusão da Inovação .....	39
Figura 8 - Modelo de Difusão da Inovação .....	40
Figura 9 - Esquema síntese Objetivo x Conteúdos.....	42
Figura 10 - Esquema síntese O. Específicos x Procedimentos de pesquisa ..	44
Figura 11 - Etapas da pesquisa .....	45
Figura 12 - Roteiro das entrevistas com ÉOS Energia .....	46
Figura 13 - Modelo de Negócios adaptado à ÉOS Energia .....	54
Figura 14 - Categorização das informações coletadas nas entrevistas.....	57
Figura 15 - Lacunas e dificuldades apontadas no processo de migração .....	60
Figura 16 - Depoimentos relativos à participação da Universidade .....	60
Figura 17 - Proposição de Modelo de Operação .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fontes renováveis de energia.....	23
Tabela 2 - Ambientes de contratação de energia .....	31
Tabela 3 - Visitas de observação.....	47
Tabela 4 - Documentos de pesquisa catalogados .....	48
Tabela 5 - Proposições e Melhorias .....	61

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
API	Application Programming Interface / Interface de Programação de Aplicações
BEN	Balço Energético Nacional
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CEO	Chief Executive Officer / Diretor Executivo
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CPF	Cadastro de Pessoa Física
EDP	Energias de Portugal
EMUC	Empreendimentos de Múltiplas Unidades Consumidoras
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESFV	Energia Solar Fotovoltaica
GC	Sistemas de Geração Centralizada
GD	Sistemas de Geração Distribuída
HRES	Hybrid Renewable Energy System / Sistema Híbrido de Energia Renovável
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	International Energy Agency / Agência Internacional de Energia
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IRENA	International Renewable Energy Agency / Agência Internacional de Energia Renovável
MME	Ministério de Minas e Energia

MMGD	Micro e Mini Geração Distribuída
MW	Megawatts
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro
ONU	Organização das Nações Unidas
OSC	Organização da Sociedade Civil
PEE	Programa de Eficiência Energética
PERS	Programa de Energia Renovável
PMN	Perspectiva Multinível
RS	Rio Grande do Sul
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIGA	Sistema de Informações de Geração
SIN	Sistema Interligado Nacional
SONDA	Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais
UN	United Nations / Nações Unidas
ZISPOA	Zona de Inovação Sustentável de Porto Alegre

## SUMÁRIO

1.	Introdução.....	14
1.1	Tema .....	16
1.2	Justificativa do tema .....	19
1.3	Objetivos .....	19
2.	Referencial Teórico.....	21
2.1	Fontes de energia .....	21
2.1.1	Fontes não renováveis .....	21
2.1.2	Fontes secundárias .....	22
2.1.3	Fontes renováveis .....	22
2.2	Energia solar fotovoltaica .....	24
2.2.1	Breve histórico.....	25
2.2.2	Contexto brasileiro .....	27
2.2.3	Limitações .....	32
2.2.4	Adoção da energia solar.....	33
2.3	Transição para Sustentabilidade .....	35
2.4	Transição Sociotécnica e Perspectiva Multinível.....	36
2.5	Modelo de Negócio .....	38
2.6	Difusão da Inovação.....	39
2.7	A Hélice Quíntupla .....	41

2.8	Aplicação do referencial teórico .....	42
3.	Procedimentos Metodológicos.....	43
3.1	Design da pesquisa.....	43
3.2	Coleta de dados .....	45
3.2.1	Entrevistas com a ÉOS Energia .....	45
3.2.2	Visitas de observação .....	46
3.2.3	Análise documental .....	47
3.2.4	Entrevistas com participantes.....	48
3.3	Procedimentos de análise dos dados.....	49
4.	Análise dos Resultados .....	51
4.1	O modelo de negócios da ÉOS Energia.....	51
4.2	Aspectos da Transição para Sustentabilidade sob a ótica da Perspectiva Multinível.....	54
4.2.1	Nível Panorama ou Paisagem ( <i>Landscape</i> ).....	54
4.2.2	Nível Regime ( <i>Patchwork</i> ).....	55
4.2.3	Nível Nichos Tecnológicos ( <i>Niches</i> ):.....	56
4.3	Análise das informações categorizadas .....	57
4.4	Proposições de melhorias .....	61
5.	Conclusões.....	64

## 1. INTRODUÇÃO

“Não existe um plano B, porque não temos um planeta B”.

Essa frase, dita pelo ex-secretário geral da Organização das Nações Unidas (ONU), Ban Ki-Moon, em 2016, convocou a sociedade a elaborar estratégias para a conservação e restauração do meio ambiente.

Segundo o ensaio *The Anthropocene Crisis* (FOSTER, 2016, p.1), a humanidade vive hoje na era geológica do Antropoceno, deixando para trás o Holoceno e seus últimos 10 – 12.000 anos. O autor aponta que há divergências a respeito de quando esta era teria, de fato, iniciado: se com a Revolução Industrial ou se, mais recentemente, nas décadas de 1940 – 1950, com a ampliação da indústria de capital. Contudo, o argumento o qual nenhuma perspectiva refuta é de que essa nova era tem por característica a aceleração do impacto causado pelo ser humano no planeta, como o próprio define, pela alteração do metabolismo entre o homem e a natureza.

Ainda segundo o ensaio, ao contrário de explorar intensamente fontes hidráulicas, radiação solar ou a energia do vento, a ascensão das economias pós-segunda guerra mundial calçou-se na extração indiscriminada de matérias primas e na dependência da queima de combustíveis fósseis. Tais práticas são emissoras de gases poluentes, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), catalisador de severas alterações no meio ambiente, citando, pois, a elevação da temperatura terrestre.

Reportes da ONU (2022) associam à elevação de temperatura a ocorrência, com maior frequência, de eventos como: secas intensas e prolongadas, derretimento de calotas polares, elevação do nível dos oceanos, tempestades catastróficas e incêndios devastadores. Tais acontecimentos acarretam, entre outros efeitos, a migração humana e o declínio da biodiversidade. O desafio proposto às nações é de impedir que o aquecimento médio ultrapasse 1,5°C até 2100.

Outro tema igualmente observado é o crescimento da população mundial que, segundo estimativas da Organização, atingiu 8 bilhões de pessoas em novembro de 2022. São estimadas 9 bilhões em 2037 e 11 bilhões em 2100, o que torna premente a busca por novas formas de suprir a demanda energética em nível global.

Lançada em 2015, a Agenda 2030 apresentou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como um apelo à ação mundial para proteger o

meio ambiente e o clima, acabar com a pobreza e garantir que as pessoas, em todos os lugares, desfrutem de paz e de prosperidade.

Com o ODS de número sete (ODS7), pretendem os signatários assegurar acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos, como se pode verificar a seguir, em fragmento extraído de seu texto:

Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos

7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global;

7.a Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso à pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa (ONU, 2022)

No Marco de Parceria das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (2017), assinado pelo governo brasileiro, abordando a gestão sustentável de recursos naturais e serviços, a matriz energética do Brasil é dada como 'relativamente limpa', principalmente quando comparada à dos países mais desenvolvidos. De fato, segundo o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (BEN) em 2022, a matriz energética brasileira se manteve em um patamar renovável de 44,7%, valor superior aos 38% observados no restante do mundo. Importante salientar a presença de um ambiente global desafiador, no período.

Passado o pico da pandemia do Covid 19, que retardou o andamento e a implementação de projetos, o mundo viu eclodir a guerra na Ucrânia e, com ela, uma crise energética, especialmente na Europa. Devido a cortes no fornecimento por parte da Rússia, a busca por energias poluentes no curto prazo se viu ampliada, representando um revés aos esforços das nações para reduzir o ritmo do aquecimento global e alcançar um cenário de emissões líquidas iguais a zero, até 2050<sup>1</sup>.

Conforme relatório da *International Renewable Energy Agency* (IRENA) de junho de 2022, em razão dos fatos supracitados, espera-se a desaceleração no ritmo do progresso do ODS7. Todavia, a Agência aponta que a disparada dos preços nos mercados de petróleo e gás natural pressiona as economias a acelerarem o

---

<sup>1</sup> As emissões globais líquidas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) geradas pela atividade humana precisam cair cerca de 45% em relação aos níveis de 2010 até 2030, chegando a zero por volta de 2050. Essa meta é conhecida como Net Zero 2050.

cronograma de transição para energias renováveis por se tratar de componente-chave de independência energética.

Neste contexto de urgência, surgem inúmeras oportunidades de negócios. Há incentivo para pesquisa e desenvolvimento, formação de acordos e parcerias e disponibilização de financiamentos voltados à promoção de energias renováveis, entre elas, a energia solar fotovoltaica.

De acordo com a *International Energy Agency* (IEA, 2022), a geração solar fotovoltaica aumentou em um recorde de 22% em 2021. Essa energia está se tornando a opção de menor custo para nova geração de eletricidade na maior parte do mundo, o que deve impulsionar o investimento nos próximos anos.

A IEA estima ser necessário um crescimento médio anual da geração de 25% no período 2022-2030, o que corresponde a um aumento de mais de três vezes na implantação de capacidade anual. Aponta a necessidade de mais ambição política e concentração de esforços das partes interessadas, públicas e privadas, especialmente nas áreas de integração de rede e de regulamentação do acesso e distribuição.

## 1.1 TEMA

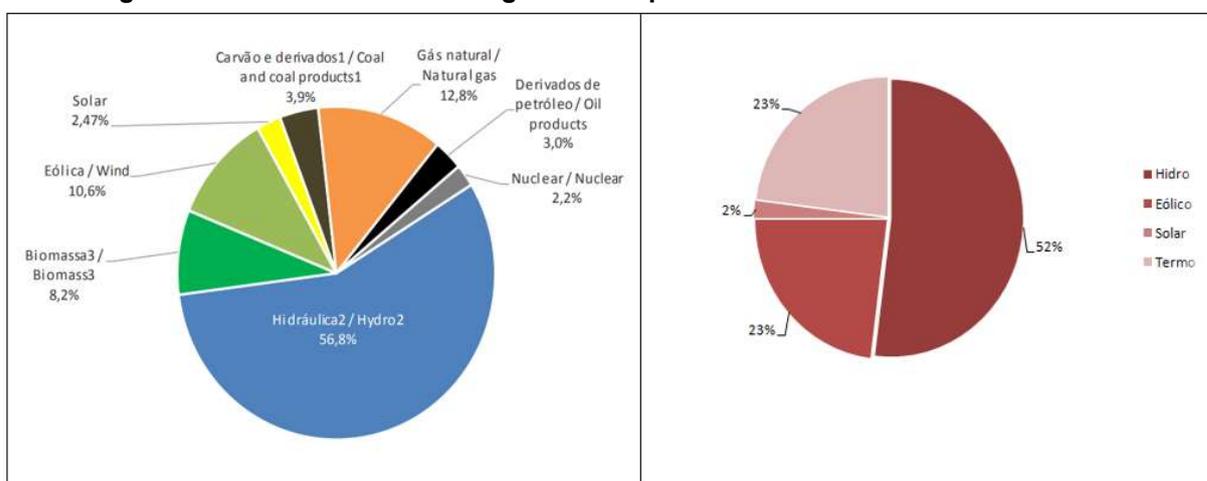
No Brasil, conforme dados do Sistema de Informações de Geração (SIGA) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), entre os anos de 2017 e 2022, o crescimento da geração solar fotovoltaica foi progressivo, permitindo que esta fonte passasse à quarta posição na matriz energética, apenas 5 anos após a instalação do primeiro parque.

No ranking estadual de geração solar distribuída, publicado mensalmente pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) com dados fornecidos pela ANEEL, até fevereiro de 2023, o estado de São Paulo liderava a capacidade de potência instalada junto ao estado de Minas Gerais, com o qual se iguala e/ou troca de posição frequentemente, e do Rio Grande do Sul, na terceira posição. A Associação estima que, em uma década (2012 - 2022), esta fonte tenha trazido ao país mais de R\$ 90,5 bilhões em novos investimentos, R\$ 24,6 bilhões em arrecadação aos cofres públicos e gerado mais de 514 mil postos de trabalho.

De acordo com informação do Portal Solar (2022), já são mais de 20 mil empresas atuando no setor. Entretanto, ainda segundo esta fonte, o valor do investimento em um sistema fotovoltaico e o acesso ao crédito são barreiras para a maioria dos interessados.

Na figura de número 1, retirada do BEN 2022, estão representadas as matrizes de oferta interna de energia elétrica por fonte: à esquerda, do Brasil, e à direita, do estado do Rio Grande do Sul.

**Figura 1 - Oferta interna de energia elétrica por fonte: Brasil e Rio Grande do Sul**

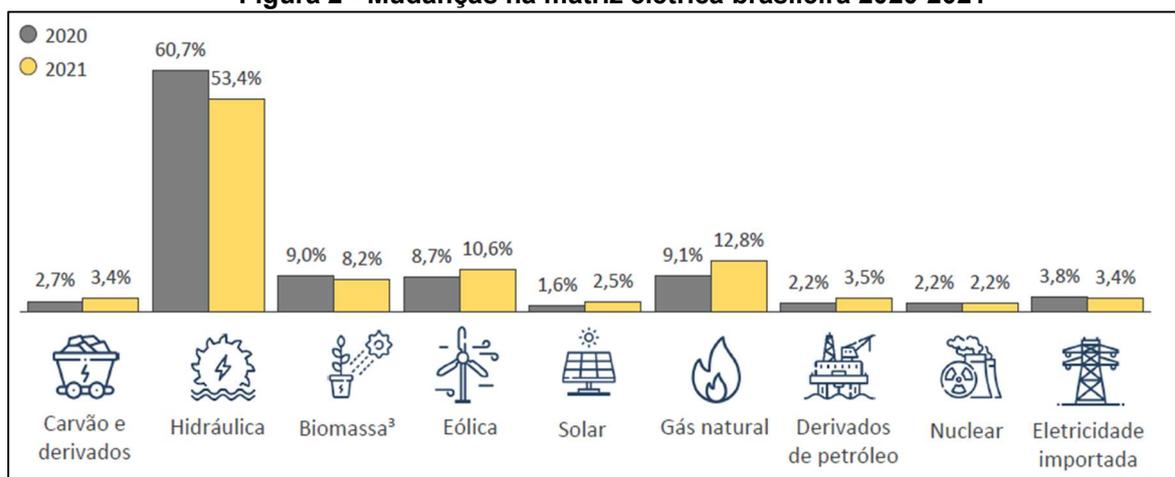


Fonte: BEN 2022 | Relatório Síntese | Ano base 2021 (<https://www.epe.gov.br>)

Ainda conforme o BEN, a matriz elétrica brasileira em 2021 apresentou mudanças em função da escassez hídrica ocorrida ao longo do ano, demonstradas na ilustração a seguir.

A falta de chuvas provocou uma redução do nível dos reservatórios das principais hidrelétricas do país e a consequente redução da oferta de hidreletricidade. Esta queda foi compensada pelo aumento da oferta de outras fontes, como o carvão vapor (+47,2%), gás natural (+46,2%), eólica (+26,7%) e solar fotovoltaica (+55,9%).

**Figura 2 - Mudanças na matriz elétrica brasileira 2020-2021**



Fonte: BEN 2022 | Relatório Síntese | Ano base 2021 (<https://www.epe.gov.br>)

Através dos gráficos é possível perceber que a fonte solar, apesar dos dados de crescimento apresentados pelo setor, ainda não integra as parcelas mais representativas da matriz.

A ANEEL, em um de seus seminários que promoveu debates sobre 'O Futuro do Consumidor da Energia Elétrica' (2022), apresentou o conceito do 'Omnisumer', um consumidor que almeja gerar sua energia e usá-la à sua maneira, que deseja que esta seja sustentável e que busca por produtos e serviços confiáveis, pagando por eles no seu tempo.

Os debates evidenciaram a necessidade da abertura do mercado para utilizar o potencial brasileiro de fontes renováveis de energia e para suprir o direito de escolha do consumidor. Nesse contexto, a Agência busca estimular modelos de negócios que, ao mesmo tempo em que exploram o potencial do país em geração renovável, democratizam o seu acesso.

Surge, então, o questionamento se existiriam, atualmente, modelos de negócio que se encaixam nessas premissas. Para tanto, o estudo dedica-se a investigar um modelo que se apresenta como alternativa, sendo ele fornecedor de energia solar fotovoltaica (ESFV) por assinatura.

## 1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA

Está explicitada pelos órgãos supranacionais a necessidade de as nações migrarem seu consumo de energia para aquele advindo de fontes renováveis, sustentáveis e, inclusive, acessíveis financeiramente por parte das populações.

A energia solar fotovoltaica, como exposto, apresenta tais características e almeja ocupar espaço maior no mercado de energia brasileiro, contribuindo para a transição da matriz energética corrente a uma matriz cada vez mais sustentável e acessível a todos residentes do país. Entretanto, no que diz respeito a sua adoção, este modelo de negócio ainda passa pela necessidade de convencimento dos usuários em potencial.

Os modelos de negócios, como recorda Quinaz (2014, p.2), têm como função valorizar um produto novo ou já existente, com vista a desenvolver caminhos e estratégias que tenham impacto e que o destaquem na concorrência de modo a ser aceito, uma vez que corresponde às necessidades do público e do mercado alvo. A relação entre os modelos de negócios orientados à adoção de energias renováveis, como a energia solar, e as transições para sustentabilidade pode ser apreciada a partir das bases teóricas das Transições Sociotécnicas para a Sustentabilidade.

Através do modelo de negócio apresentado como estudo de caso desta pesquisa é possível verificar a operacionalização desses processos, especialmente pelo framework da Perspectiva Multinível para Transições (PMN).

## 1.3 OBJETIVOS

Como objetivo geral, este estudo pretende investigar o modelo de migração para a utilização de energia solar fotovoltaica por assinatura através da visão daquele que, por escolha própria, opta por efetivar (ou declina de) uma migração do seu fornecimento de energia do modelo cativo para o modelo investigado.

Em outras palavras, busca resposta à seguinte questão: quais foram os critérios conquistadores de contratos e, portanto, de grande relevância para a ampliação da participação da energia solar fotovoltaica na matriz energética?

Sendo os objetivos específicos norteadores dos resultados concretos que um projeto pretende alcançar para chegar ao objetivo geral, os objetivos específicos deste estudo foram estabelecidos da seguinte forma:

- a) explorar, através de estudo de caso, um modelo de negócio que oferece energia solar fotovoltaica por assinatura;
- b) identificar os aspectos de transição para sustentabilidade do referido modelo;
- c) categorizar as informações coletadas durante as visitas e entrevistas, discorrendo sobre aquelas que se relacionaram à decisão de migração para o modelo investigado;
- d) identificar oportunidades e melhorias no modelo de negócio analisado.

O proposto estudo visou agregar conhecimento sobre as transições para sustentabilidade, unindo-se aos demais existentes. Com a disseminação do conhecimento a respeito do acesso à energia solar fotovoltaica por assinatura, colabora para a desmistificação do tema. Estima-se que traga àqueles que estudam ou empreendem no setor informações que facilitam a interação com o público que, de unidade em unidade convertida, é o propulsor majoritário da transição.

**Figura 3 - Objetivos Geral e Específicos**



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a cartilha virtual ABCDEnergia (2018), elaborada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), pode-se conceituar o termo ‘Energia’ quanto a sua forma e quanto a sua fonte.

Existem diversas formas de energia disponíveis na natureza, das quais pode-se citar a energia elástica, potencial gravitacional, química, térmica, cinética e elétrica. A forma natural como se apresenta a energia, bruta e inicial, é denominada ‘energia primária’. Ao transformar fontes primárias de energia como, por exemplo, as advindas da luz solar, em eletricidade, converte-se as mesmas em energia final, também conhecida como ‘energia útil’ (ABCDEnergia, 2018).

### 2.1 FONTES DE ENERGIA

#### 2.1.1 Fontes não renováveis

Conforme a EPE (2018), as fontes que pertencem a este grupo são finitas ou esgotáveis. A sua reposição resulta de um processo de milhões de anos sob condições específicas de temperatura e pressão. São exemplos de fontes não renováveis o petróleo, o carvão mineral, o gás natural e a energia nuclear. Conhecidas como fontes de energia convencionais, por se tratarem de meios consagrados, apresentam um rendimento energético elevado. Há poucas perdas no processo de transformação e uma robusta infraestrutura construída para geração e distribuição, incluindo usinas e dutos.

Às fontes não renováveis, como o petróleo e o carvão mineral, são atribuídas grande parte das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, visto que são combustíveis, precisando da queima para gerar energia. Pode haver, inclusive, outros impactos ambientais ao longo da cadeia como, por exemplo, vazamentos na extração ou no transporte. No caso da mineração, há risco de condução de resíduos tóxicos, por meio das chuvas, contaminando os rios e, no caso da energia nuclear, além de possíveis acidentes de vazamento de radiação na usina, o rejeito deve ser cuidadosamente armazenado para evitar contaminação das pessoas e do ambiente, pois permanece radioativo por longo tempo (ABCDEnergia, 2018).

### 2.1.2 Fontes secundárias

O Hidrogênio ( $H_2$ ), apesar de ser o elemento mais abundante do universo na sua forma pura, a gasosa, não é encontrado quimicamente livre na natureza. Esse elemento, frequentemente ligado a átomos de oxigênio ou carbono, precisa ser gerado para que seja uma fonte de energia considerada secundária, sem reposição por meios naturais.

Conforme esclarece a empresa Energia de Portugal (EDP, 2022), as técnicas de produção do hidrogênio, denominadas 'rotas tecnológicas', variam de cor de acordo com a fonte de energia utilizada. Ao passar corrente elétrica por água num eletrolisador, esta decompõe-se nos seus elementos constituintes: oxigênio e hidrogênio. Se recorrer à eletricidade advinda de fontes renováveis, como a solar, este processo gera o  $H_2$  Verde, assim denominado pois se origina sem emitir dióxido de carbono na atmosfera.

De acordo com o MME (2022), o mercado de  $H_2$  Verde tem se tornado prioridade na estratégia de diversos países, sobretudo por prover uma alternativa para setores de difíceis abatimento de emissões de carbono e por se constituir em um vetor de energia, possibilitando o armazenamento, favorecendo setores como indústria e transporte. O Brasil tem grande potencial de se destacar nesse mercado em face do diferencial competitivo apresentado pelo País, com sua matriz elétrica proveniente, em sua maioria, de fontes renováveis.

### 2.1.3 Fontes renováveis

As fontes de energia que pertencem a este grupo são consideradas inesgotáveis, pois suas quantidades se renovam constantemente ao serem consumidas. São exemplos de fontes renováveis: hídrica, eólica, geotérmica, biomassa, oceânica e solar (ABCDENERGIA, 2018).

A seguir há um quadro apresentando as principais características destas fontes, exceto da fonte solar, que será objeto desse estudo, portanto, explorada separadamente no próximo tópico.

**Tabela 1 - Fontes renováveis de energia**

	Hídrica	Eólica	Biomassa	Geotérmica	Oceânica
Fonte Primária	Rios e cascatas	Ventos	Matéria orgânica procedente da natureza ou residual das atividades humanas	Calor irradiado do centro terrestre	Águas oceânicas
Características	Limpa, autóctone	Limpa, autóctone, inesgotável	Autóctone	Limpa, autóctone, inesgotável	Limpa, autóctone
Processo simplificado	Águas movimentam turbinas transformando energia cinética em eletricidade	Vento movimenta as pás do aerogerador que transforma a energia cinética em eletricidade	Caldeiras queimam a matéria orgânica gerando vapor, movimentando turbinas que convertem a força motriz em energia elétrica	Energia térmica proveniente de água ou de pedras de jazidas é convertida em eletricidade	Energia cinética do movimento de oscilação no nível das águas oceânicas (as marés) é convertida em eletricidade

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética - Compilação do Autor

### 2.1.3.1 Impactos das fontes renováveis de energia

Os impactos locais das energias renováveis na biodiversidade podem ser consideráveis: turbinas eólicas têm efeitos significativos sobre espécies volantes, enquanto a energia solar fotovoltaica também pode ter efeitos locais significativos, incluindo remoção de vegetação e degradação do solo (DUNNETT; HOLLAND, 2022).

Resultados apresentados em estudo dos impactos ambientais sinalizam que a energia solar fotovoltaica tem o potencial de ser bastante competitiva ambientalmente, com valores de externalidades ambientais comparáveis aos de usinas hidrelétricas com reservatórios e inferiores aos custos externos atuais da matriz elétrica brasileira. Com o desenvolvimento nos métodos de produção dos componentes da cadeia solar fotovoltaica, especialmente no sentido de reduzir o consumo energético da purificação do silício, o potencial de redução dos custos externos é grande, o que coloca a energia solar fotovoltaica entre as fontes de geração de energia que apresentam os menores custos externos ambientais agregados (JUNQUEIRA; UTURBEY, 2017).

Braga (2008) expõe que o processo de geração de energia solar fotovoltaica não produz resíduos, nem libera calor residual e, por tais propriedades, não altera o equilíbrio da biosfera. Já de acordo com Baima (2021), as usinas eólicas e solares, cujas formas de geração de eletricidade não produzem gases do efeito estufa diretamente, ainda assim geram algumas emissões de gases poluentes que ocorrem desde a produção do aço à fabricação das placas, passando pela instalação e operação das suas centrais geradoras.

A expectativa de vida dos sistemas de energia solar e eólica “[...] tem um impacto significativo na emissão de gases de efeito estufa” (HAMED; ALSHARE, 2022, p.12). De acordo com os autores, a maioria dos gases de efeito estufa são gerados durante o processo de extração, fabricação e instalação. Portanto quanto

maior a expectativa de vida, menores as emissões de gases de efeito estufa ao longo de toda a vida útil do sistema.

É oportuno e crítico entender o gerenciamento de fim de vida dos painéis solares. A reciclagem dos painéis pode ser um caminho importante, possivelmente recuperando um número considerável de materiais, agregando benefícios econômicos aos painéis solares atualmente instalados. “A gestão sustentável de resíduos oferece oportunidades conhecidas como os 3Rs: reduzir, reutilizar e reciclar. Quando um produto não pode ser reparado ou reutilizado, a reciclagem é a próxima opção preferível antes de descartar como lixo” (DIVYA et al, 2023, p.1).

Muitos produtos químicos são usados na fabricação de painéis fotovoltaicos. Por exemplo, em células solares de filme fino, há carcinógenos como cádmio. “O manuseio inadequado no processo de reciclagem dos módulos fotovoltaicos pode expor o público a materiais tóxicos, como o cádmio, arsênico e poeira de sílica” (HAMED; ALSHARE, 2022, p.8).

Abigail-Daniela (2022), com muita propriedade, lembra que ainda que as principais economias do mundo tenham desenvolvido ou estejam em processo de implementação de normas para o gerenciamento do fim da vida útil dos resíduos fotovoltaicos, a parte vulnerável do mundo nem sequer visualizou a gravidade desse problema que pode levar ainda mais à pobreza de energia renovável, embora essas regiões exibam o maior potencial de geração da mesma. A ausência de regulamentação sobre resíduos fotovoltaicos em países de baixa renda pode ter sérias consequências e é possível que os resíduos fotovoltaicos do mundo possam encontrar seu destino nesses locais. A longo prazo, esses países podem ser inundados pelos resíduos fotovoltaicos e podem levar a uma rejeição social em relação à indústria fotovoltaica.

## **2.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Segundo informações do Portal Solar (2022), intitulado maior portal de energia solar do Brasil, são encontradas no mercado três tipos de energia solar: a térmica e a heliotérmica, que lidam com aquecimento de fluídos, e a fotovoltaica (ESFV), integrante do objeto desse estudo.

De acordo com Kemerich (2016), a energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão da radiação solar em eletricidade por intermédio de materiais semicondutores.

### 2.2.1 Breve Histórico

“O desenvolvimento da energia solar numa base comercial acabou por ser um longo processo cujo progresso foi principalmente moldado pelo preço e custo de uma alternativa convencional” (JONES; BOUAMANE, 2012, p. 3).

Conforme o artigo publicado pelos autores supracitados, a energia solar passiva tem sido usada como forma de luz e de calor desde os primórdios da humanidade. Registros do século 5 A.C. revelam que os antigos gregos projetaram suas casas para capturar o calor do sol durante o inverno. Mais tarde, os romanos melhoraram a arquitetura solar cobrindo as janelas voltadas para o sul com materiais como mica ou vidro, evitando a fuga do calor solar captado durante o dia.

Avançando diversos séculos, em 1760, o cientista suíço Horace de Saussure construiu uma caixa angular, retangular, isolada com uma cobertura de vidro (espécie de tampa), que se tornou o protótipo de coletores solares usados para aquecer água. Em 1839, Edmund Becquerel, físico experimental francês, descobriu o efeito fotovoltaico enquanto realizava experimento com uma célula eletrolítica composta de dois eletrodos de metal. Becquerel descobriu que certos materiais produziram pequenas quantidades de corrente elétrica quando expostos à luz.

Anos mais tarde, em 1878, um motor a vapor movido à energia solar foi inventado por um matemático, August Mouchet, após receber financiamento do governo francês para trabalhar em uma fonte alternativa de energia. O método funcionou conforme o esperado, mas fora considerado muito caro pelo governo, agente financiador, que cancelou o projeto.

Também, “Durante a Segunda Guerra Mundial, quando a potencial escassez de energia se tornou um problema, algumas iniciativas em relação ao desenvolvimento de energia solar aconteceram nos Estados Unidos da América” (JONES; BOUAMANE, 2012, p. 10).

### 2.2.1.1 A célula e o painel solar fotovoltaico

Em 2024 a célula solar fotovoltaica completa 70 anos.

A história da energia fotovoltaica teve de esperar os grandes desenvolvimentos científicos da primeira metade do século XX, nomeadamente a explicação do efeito fotoelétrico por Albert Einstein em 1905, o advento da mecânica quântica e, em particular, a teoria de bandas e a física dos semicondutores, assim como as técnicas de purificação e dopagem associadas ao desenvolvimento do transistor de silício: sem a ciência moderna, seria impensável o nascimento da amostra era exposta à luz. (VALLÊRA e BRITO, 2006, p.10)

De acordo com Vallêra e Brito (2006), a primeira célula solar foi formalmente apresentada em uma reunião anual da *National Academy of Sciences*, depois de o Pentágono ter autorizado a sua publicação no dia 25 de abril de 1954. Os resultados foram submetidos ao *Journal of Applied Physics* e uma patente fora registrada. A então denominada ‘Pilha Solar’ alimentou uma rede telefônica no estado da Geórgia.

No quadro abaixo, encontra-se uma linha do tempo com fatos ocorridos entre 1958 – 2018.

**Figura 4 - Linha do tempo da energia solar fotovoltaica**



Fonte: Gazeta de Física (2006) - Adaptada pelo autor

Tecnicamente, Villalva e Gazoli (2012) explicam que a energia do sol é transmitida para o planeta Terra na forma de radiação eletromagnética. Essa radiação é constituída de ondas com frequências e comprimentos diferentes.

Responsável por converter a energia do sol em energia elétrica, o painel solar consiste de células, também conhecidas como células fotovoltaicas, fabricadas a partir

de materiais semicondutores, como o silício, que absorvem a luz do sol (PORTAL SOLAR, 2022).

Silva, Lima e Bastos (2019) explicam que a geração de corrente elétrica pelos painéis solares ocorre quando os fótons (partículas de luz solar) colidem com os átomos do material do painel solar, provocando o deslocamento dos elétrons. Este fluxo de elétrons cria uma corrente elétrica, que é denominada 'Energia Solar Fotovoltaica'. As células fotovoltaicas feitas à base de silício mono ou policristalino representam entre 85% e 90% do mercado de painéis solares.

Ainda conforme os autores, a quantidade de horas diárias em que uma determinada localidade recebe luz solar é denominada de fotoperíodo. O fotoperíodo varia ao longo do ano, de acordo com a latitude, tendo, nas localidades mais próximas aos polos terrestres, mais acentuadas diferenças do que nas localidades que se situam mais próximas à linha do Equador.

### 2.2.2 Contexto Brasileiro

Conforme revela o Canal Solar (2022), o primeiro sistema fotovoltaico integrado a uma edificação e conectado à rede elétrica pública do Brasil fora instalado em setembro de 1997, no topo do prédio do Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina.

A primeira edição do Atlas Brasileiro de Energia Solar foi lançada em 2006 com base em 10 anos de dados de satélites e no modelo físico de transferência radiativa BRASIL-SR, validado com dados observados em 98 estações meteorológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e espalhadas por todo território nacional. Na época do lançamento, a rede SONDA (Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais) havia recém entrado em operação e contribuiu no processo de validação com apenas três anos de dados solarimétricos das 3 componentes da irradiação solar na superfície: global horizontal, direta normal e difusa. Essa edição pioneira do Atlas constituiu um marco importante no histórico da energia solar no Brasil e é, ainda hoje, empregada por vários investigadores e empreendedores da área de energia solar (ATLAS BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 2017, p.8). Uma década separou a primeira da segunda edição, publicada em 2017.

Conforme dados da ANEEL (2022), no Brasil, a utilização da energia solar aconteceu, propriamente, com a instalação da primeira usina solar no ano de 2011. Localizada no município de Tauá, no sertão do Ceará, além de ser considerada a primeira usina a gerar eletricidade solar no Brasil, também foi a primeira na América Latina.

Um grupo de cientistas da Unicamp obteve, pela primeira vez no Brasil, o silício purificado para a fabricação de células solares fotovoltaicas em 2012. “Apesar de possuir as maiores reservas mundiais do quartzo – a matéria-prima bruta para o silício – o país importava, a altos custos, as lâminas do elemento químico purificado para a produção dos painéis fotovoltaicos” (ANUNCIAÇÃO, 2012, p.3). De acordo com Esposito e Fuchs (2012), no País, à época, havia empresas nas etapas iniciais da cadeia de silício cristalino e na última etapa, de montagem de painéis. As etapas intermediárias encontravam-se pouco desenvolvidas. No que tangia aos filmes finos, havia interesse de empresas estrangeiras em instalarem-se no país, mas até aquele momento não havia fabricação local.

Um marco importante para o incremento da utilização de sistemas solares de geração distribuída foi a Resolução ANEEL 482, de 17 de abril de 2012, pela qual foram instituídos incentivos, como por exemplo, a compensação de energia, com a criação da figura do produtor-consumidor, no âmbito do chamado sistema *net metering*. A principal característica do *net metering* é a possibilidade de se injetar na rede elétrica a energia produzida pelos painéis fotovoltaicos não consumida, convertê-la em créditos para a compensação posterior, quando o consumo supera a produção dos painéis (BNDES, 2018).

### 2.2.2.1 Legislação

O presente estudo concentrou-se em apresentar três instrumentos legais que implementaram, organizaram, desenharam e redesharam a distribuição de energia elétrica no país.

A Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 permitiu que o consumidor brasileiro pudesse gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada fornecendo, inclusive, o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. O excedente de energia passou a gerar créditos para os meses subsequentes, com validade de três anos, desde que o sistema de geração fosse

proveniente de fontes renováveis como solar fotovoltaica, eólica, biomassa e biogás. Conforme a ANEEL, os estímulos à geração distribuída se justificaram pelos potenciais benefícios que tal modalidade proporcionou ao sistema elétrico, entre eles, o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética.

Outra resolução, a Resolução Normativa nº 1.000/2021, foi muito importante para o setor de energia, pois consolidou, em um único lugar, as principais regras da Agência para a prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica. Trouxe dispostos, com clareza, os direitos e deveres dos consumidores.

E, por fim, a LEI Nº 14.300, de 6 de janeiro de 2022, conhecida como o Marco Legal da Geração Distribuída trouxe, segundo o MME, necessária segurança jurídica para os agentes que atuam no segmento, permitindo o seu crescimento de forma sustentável. Conforme pontuou o Ministério, a lei solucionou um dos principais pontos referentes à política relacionada à Micro e Mini Geração Distribuída (MMGD), que era o faturamento das tarifas de uso da rede e encargos do sistema elétrico, além de estabelecer período de transição para as novas regras (gradualidade) e a manutenção das regras, pelo período determinado na lei, para aqueles que já eram consumidores.

De acordo com o Canal Solar (2022), com o Marco Legal da Geração Distribuída, estimou-se redução de cerca de R\$ 150 bilhões em custos com termelétricas até 2050. Também, se gerou expectativa de, com mais instalações e investimentos, abrir mais de 1 milhão de empregos no setor.

Depreende-se do texto da lei prazos para instalação de energia solar isentos de encargos<sup>2</sup> e garantias / isenções para os que já tinham a ESFV instalada. Além disso, a lei propôs a criação de um Programa de Energia Renovável (PERS), responsável pela democratização da mesma. Com este programa, comunidades de baixa renda tem acesso à energia solar facilitada.

---

<sup>2</sup> Segundo o texto da lei, até 2045 os micro e minigeradores já existentes pagarão os componentes da tarifa somente sobre a diferença, se positiva, entre o consumido e o gerado e injetado na rede de distribuição.

### 2.2.2.2 Sistemas de Geração

Conforme instrui a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (2022), os sistemas podem ser classificados em Sistemas de Geração Distribuída (GD) ou Sistemas de Geração Centralizada (GC).

Sistemas de Geração Distribuída são sistemas solares fotovoltaicos de pequeno e médio portes, com capacidade instalada de até 5 MW, instalados em locais como casas, edifícios e empresas.

Classificados como *off-grid* estão os sistemas autônomos, independentes da rede de distribuição de energia elétrica, que geralmente operam com o suporte de baterias ou outros sistemas de armazenamento. Não estão conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN), portanto são encontrados, essencialmente, em locais remotos, como comunidades isoladas, campos e florestas (PORTAL SOLAR, 2022).

Classificados como *on-grid* estão os sistemas conectados à rede elétrica, portanto conectados ao SIN, com quatro modalidades principais: (1) GD junto à carga local, onde um sistema é instalado em uma unidade consumidora e a energia gerada é utilizada no próprio local, (2) GD em condomínio com empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (EMUC), cuja energia gerada é repartida entre os condôminos em percentuais definidos pelos próprios consumidores ou utilizada para abastecer as áreas comuns, (3) GD autoconsumo remoto, que permite ao consumidor instalar um micro ou minigerador em um local diferente de onde reside e utilizar os créditos gerados para compensar seu consumo e reduzir sua conta de luz (desde que dentro da mesma área de concessão) e (4) GD geração compartilhada, onde diversas partes interessadas (pessoas físicas ou empresas), reunidos em consórcio ou cooperativa, investem em um sistema de micro ou minigeração distribuída. Os créditos de energia gerados e injetados na rede pelo sistema são divididos entre esse grupo de consumidores (PORTAL SOLAR, 2022).

Sistemas de Geração Centralizada são sistemas de energia solar fotovoltaica acima de 5 MW, como usinas de grande porte. A energia gerada pode ser comercializada em dois ambientes de contratação: o Ambiente de Contratação Livre (ACL), também conhecido como Mercado Livre de Energia e o Ambiente de Contratação Regulada (ACR). A seguir, um quadro comparativo de cada ambiente de contratação.

**Tabela 2 - Ambientes de contratação de energia**

Ambiente de Contratação Regulada (ACR)	Ambiente de Contratação Livre (ACL)
Consumidores Cativos: consumidores adquirem energia elétrica apenas da concessionária responsável pela distribuição em sua região.	Consumidores Livres: têm demanda mínima de 1.000 kW e possibilidade de escolha de seu fornecedor de energia elétrica por meio de livre negociação. Consumidores Especiais: têm demanda entre 500 kW e 1 MW, com o direito de adquirir energia de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) ou de fontes incentivadas especiais (eólica, biomassa ou solar).
Energia é comprada pelas distribuidoras por meio de leilões realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), sob delegação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Participam deste ambiente: geradoras, distribuidoras e comercializadoras de energia elétrica. O Contrato é chamado de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR).	Consumidores negociam as condições de compra de energia elétrica diretamente com as geradoras ou comercializadoras. São dois contratos: um com a distribuidora, pelo uso do fio de transmissão, e outro com a geradora, que será a responsável por comercializar a energia.
Tarifas são reguladas pelo governo (Sistema de Bandeiras Tarifárias). O preço é determinado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Preços podem ser afetados por períodos de seca ou de poucas chuvas.	Empresas podem encontrar melhores condições e negociar valores inferiores àqueles que normalmente pagariam pela energia comprada das distribuidoras no ACR. As condições referentes a preço, prazo e volume de energia são livremente negociadas entre o consumidor livre e a geradora ou comercializadora. Contratos de prazo longo não são atingidos por períodos de escassez de chuvas.
A unidade consumidora paga uma fatura mensal, que inclui o serviço de distribuição e a geração de energia.	A fatura paga pelo serviço de distribuição feito pela concessionária local tem preço regulado.
Quantidade de energia contratada é fixa, conforme o consumo.	Escolha da quantidade contratada pode variar conforme projeções e sazonalidade.

Fonte: Portal Solar (2022) - Adaptada pelo autor

### 2.2.2.3 Modelos de instalação fotovoltaica

De acordo com o Portal Solar (2022), seja em geração distribuída ou centralizada, é possível encontrar uma variedade de possibilidades de instalações<sup>3</sup>, entre elas pode-se citar:

- a) Micro ou Minigeração que consiste em, basicamente, produzir a energia no ponto de consumo. Um exemplo usual é a geração no telhado de uma casa ou empresa. A potência instalada deve ser superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW.
- b) Fazenda Solar que é uma usina fotovoltaica enquadrada como minigeração (até 3 MW). No segmento de geração distribuída, está destinada à venda ou aluguel de lotes de painéis solares para pessoas e empresas do mercado cativo que desejam gerar a própria energia para reduzir a conta de luz sem um sistema próprio.
- c) Usina Solar que é uma grande central geradora elétrica. Também chamada de complexo solar ou parque solar, utiliza milhares de placas fotovoltaicas para, de forma direta ou indireta, transformar a luz do sol em eletricidade e enviá-la aos centros urbanos por meio de linhas de

<sup>3</sup> As instalações exigem um "kit" adequado, composto de baterias, inversores de corrente entre outros elementos específicos.

transmissão. A maioria das usinas de energia solar no mundo é construída sobre o solo, mas há projetos flutuantes sobre lagos e reservatórios.

### 2.2.3 Limitações

Alguns estudos realizados enumeram limitações referentes à adoção do sistema solar.

Sampaio e González (2017) apresentam como limitações do sistema solar fotovoltaico: volume e escala de produção, caso a demanda de mercado seja muito expressiva, altos custos iniciais de implantação, necessidade de uma área ampla para a instalação, alta dependência de desenvolvimento tecnológico para obter células mais eficientes a custo baixo ou, ao menos, acessível e existência de áreas com insuficiente radiação solar.

O silício é o principal ingrediente na produção de células solares. “Um quarto da superfície da Terra consiste em silício” (TULAKOV, 2019, p. 63). De acordo com o ranking publicado pela STATISTA (2022), a China é o maior produtor mundial de silício, com volume de produção estimado em seis milhões de toneladas. O segundo maior produtor mundial, a Rússia e o terceiro, o Brasil. Distribuído nos silicatos, no quartzo, entre outros, pertence ao grupo dos minerais mais abundantes na crosta terrestre. “Esta é uma das razões porque o mineral quartzo tornou-se a matéria prima básica para obtenção do silício grau metalúrgico (SiGM) que, após processo de purificação a custo elevado, gera o silício grau solar (SiGS)” (SAMPAIO, 2019, p.38). De acordo com Teixeira (2021), o mercado de células fotovoltaicas tem predomínio do silício Mono (m-Si) e policristalino (p-Si), embora possuam processos de fabricação complexos e caros.

As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas, por exemplo, aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) e à energia hidrelétrica (água). Segundo Maradin (2021), deve haver sempre uma reserva suficiente na rede de eletricidade do sistema, na forma de potência instalada disponível, que possa eliminar a deficiência que ocorre quando uma determinada fonte de energia renovável não está disponível. Isso ocorre em dias de baixa / nenhuma insolação e, também, à noite, no caso da energia solar.

Khare (2016) expõe que a natureza intermitente dos recursos renováveis pode ser resolvida usando fontes híbridas e armazenamento eficaz. Sistemas projetados com fontes de energia renováveis, *Hybrid Renewable Energy System* (HRES), e elementos de armazenamento operando de forma conjunta permitem que a geração de eletricidade a partir de fontes de energia renováveis seja projetada de forma contínua e atenda à demanda de eletricidade. “No projeto ideal de fontes híbridas de energia renovável, fatores econômicos, técnicos e ambientais são levados em consideração” (AKARSU e GENÇ, 2022, p.2). Khare (2016) completa que as características significativas dos HRES são combinar duas ou mais tecnologias de geração de energia renovável para fazer uso adequado de suas características operacionais e obter eficiências superiores às obtidas com uma única fonte de energia.

#### 2.2.4 Adoção da energia solar

##### 2.2.4.1 Adoção de energia solar particular

Sigrin, Pless e Drury (2015) conduziram pesquisas dentre os moradores da cidade de San Diego, nos Estados Unidos, e verificaram que os moradores que implantaram os geradores fotovoltaicos, entre outras características, possuíam, em média, maior renda, viviam em imóveis de maior tamanho e tinham uma expectativa de permanecer nesses mesmos imóveis por mais tempo. Verificaram, também, que os principais fatores motivadores da instalação de sistemas fotovoltaicos citados pelos entrevistados foram, em ordem decrescente de importância, a redução dos gastos com eletricidade, a proteção contra futuros aumentos nos custos de energia, a preocupação com o meio ambiente, a valorização do preço do imóvel e a possibilidade de aumentar a facilidade de venda futura do mesmo.

Rai e Beck (2015) analisaram as percepções do público em relação à energia solar e concluíram que as preocupações com o meio ambiente não são um fator de importância significativa para a decisão pela adoção dessa tecnologia. O estudo evidenciou, também, que o custo percebido de implantação é a maior barreira para a adoção desse tipo de tecnologia e que os respondentes, em sua maioria (84%), informaram que não conheciam os incentivos governamentais para a implantação de sistemas fotovoltaicos.

Reeves, Rai e Margolis (2017) conduziram um estudo sobre a adoção da energia solar fotovoltaica em dois mercados diferentes, ambos localizados em um mesmo estado dos Estados Unidos. Esses dois mercados se diferenciavam pelo momento em que a difusão dessa tecnologia se iniciou, sendo chamados de ‘mercado maduro’ e ‘mercado jovem’. Dentre os eventos mais citados como sendo aqueles que despertaram o interesse dos respondentes pela instalação da tecnologia solar fotovoltaica estão: o aumento dos preços da energia, a aposentadoria do proprietário do imóvel e ações de marketing dos fornecedores.

#### 2.2.4.2 Adoção de energia solar por assinatura

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2022), a partir de 2015, após a Agência Nacional de Energia Elétrica perceber que a geração de energia não crescia de acordo com a demanda, a geração compartilhada foi regulamentada. Esse modelo de geração permitiu que a energia gerada remotamente fosse vendida a terceiros por meio de créditos, por um vínculo de assinatura.

Segundo a ABSOLAR (2022), à época, 75% das unidades consumidoras não tinham capacidade técnica para receber sistemas próprios de geração fotovoltaica. “Tratava-se de pessoas que residiam em apartamentos ou em casas com precária estrutura dos telhados ou, ainda, que ocupavam imóveis alugados” (informação verbal)<sup>4</sup>.

Explica o SEBRAE (2022) que, ao contratar o fornecimento de energia solar por assinatura, o consumidor fica menos refém das bandeiras tarifárias da energia elétrica tradicional e ainda pode negociar com os fornecedores, contratando aquele que oferecer as melhores condições. A economia pode chegar a 15% na conta de luz. Além disso, o modelo de assinatura traz outras vantagens: o consumidor não precisa investir capital na compra e instalação dos painéis solares, dispensa a necessidade de espaço para a colocação e não exige alterações na rede elétrica já existente. O contrato de assinatura não tem fidelidade, não tem burocracia e vistoria, como no sistema físico. A revista virtual ECOA Meio Ambiente denominou este serviço como

---

<sup>4</sup> Notícia fornecida por Taís Carrança à BBC News, em São Paulo, em maio de 2022.

um serviço de ‘*streaming*<sup>5</sup> de energia solar’, onde as empresas seriam o ‘*Netflix* da energia’. (ECOIA, 2022).

Revela Carrança (2022) que, através da criação de fazendas de energia solar, a energia gerada é compartilhada entre os moradores próximos ou distantes, pois estes podem adquirir uma parte da energia solar da fazenda. Esta parcela, então, é usada para abater e diminuir as contas de luz que chegam todo mês. No modelo, o consumidor fica livre da bandeira tarifária, um benefício estabelecido pela ANEEL para estimular a produção de energia limpa próximo aos locais de consumo.

### **2.3 TRANSIÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE**

De acordo com Machado, Campos e Moura (2022), uma transição envolve mudanças de longo alcance, ao longo de períodos de tempo consideráveis e em diferentes dimensões: tecnológica, material, organizacional, institucional, política, econômica e sociocultural. Envolve, também, uma ampla gama de atores. Durante esse período, surgem novos produtos, serviços, modelos de negócios e organizações, em parte complementando e/ou substituindo parcialmente os já existentes.

Para Markard, Raven e Truffer (2012), a transição para a inovação ambiental ocorre em longo prazo, com perspectiva multidimensional, por meio de transformações fundamentais em processos. Dá-se a partir da mudança tecnológica, que induz a transformação da sociedade, visando atender a mudanças nas preferências, na estrutura social e nas instituições vigentes, através de modelos de produção e consumo mais sustentáveis.

Bennett (2019) incorpora ao tema que a literatura de transição enfatiza o papel das inovações sociotecnológicas na catalisação de transformações em direção a futuros de baixo carbono em setores como transporte, agricultura e energia. Segundo seu artigo, três áreas distintas de pesquisa abordam as transições:

---

<sup>5</sup> Tecnologia que realiza a transmissão contínua de conteúdos em diversos formatos de mídia (como vídeo, áudio, imagens, entre outros) pela internet sem a necessidade de download, partindo de um servidor até o computador, tablet ou celular.

- a) as sobre transições sociotécnicas procuram entender como acelerar as transições estruturais de longo prazo por meio da alavancagem da mudança em três níveis: nicho, regime e paisagem;
- b) a adaptação transformacional, que se distingue entre ajustes incrementais e respostas transformacionais, enfatiza a importância de contestar as estruturas sociais e políticas dominantes, em vez de acomodar a mudança, para abordar as causas profundas de sistemas insustentáveis e catalisar futuros genuinamente alternativos;
- c) a resiliência, cuja literatura conceitualiza as transformações como desencadeadas por crises, ou mudanças não lineares abruptas, em sistemas socioecológicos.

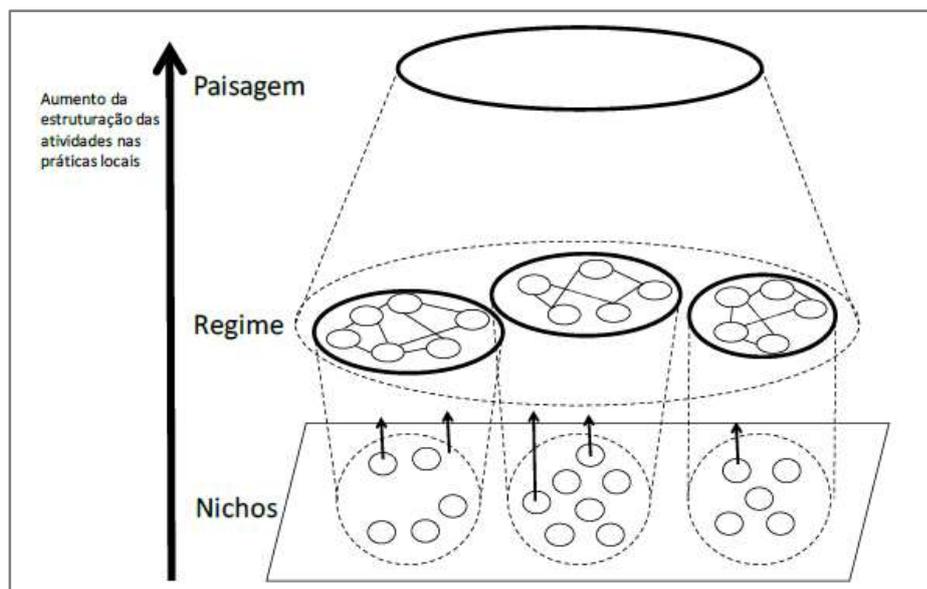
## **2.4 TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA E PERSPECTIVA MULTINÍVEL**

De acordo com Hino (2019), as transições sociotécnicas podem ser entendidas como processos de transformação nos quais estruturas institucionais existentes, culturas e práticas são quebradas e novas são estabelecidas. Elas são mais profundas do que as transições tecnológicas, ao incorporarem mudanças nas práticas dos usuários, nas estruturas institucionais e dimensão tecnológica.

Uma vez que a sustentabilidade tem sido considerada um fator de motivação para novidades com busca a resultados maiores, Pereira e Carvalho (2021) observam que um estudo pautado na teoria sociotécnica de análise multinível (PMN) do desenvolvimento e implementação das energias renováveis, inclusive a fotovoltaica, proporciona o entendimento da trajetória que uma inovação tecnológica percorre para passar a ser dominante no mercado.

Em relação aos regimes sociotécnicos, Geels (2004) aponta que estes são compostos por cinco seções: tecnológica e de produto, da ciência, da política, sociocultural e de usuários e mercado/redes de distribuição. Cada um desses regimes se organiza em torno de tipos de regras e instituições. Köhler, Geels e Kern (2019) informam que as transições sociotécnicas ocorrem por meio de processos dinâmicos em diferentes níveis de análise, tais como: nicho, regime e paisagem, demonstrados na figura a seguir.

Figura 5 - Perspectiva Multinível



Fonte: Geels (2004), adaptado por Carstens e Cunha (2017)

Explicam os autores supracitados que, a nível 'Paisagem', há o ambiente macro, exógeno, com certos movimentos tecnológicos mais fáceis do que outros. A nível 'Regime', há desenvolvimentos incrementais e, a nível 'Nicho', as inovações se incubam e se multiplicam. Cada um desses níveis interage entre si em função das mudanças que ocorrem no nível 'Paisagem', exigindo que os 'Nichos' se movimentem no sentido de adotar ações que permitam que, no nível 'Regime', os atores se auto-organizem para minimizar ou se adaptar aos impactos das mudanças.

A transição se dá, de acordo com Geels e Schot (2007), quando há o alinhamento entre os três níveis:

- a) as inovações dos Nichos desenvolvem uma dinâmica interna através de processos de aprendizagem, de melhorias de preço e desempenho e suporte de grupos de apoio;
- b) mudanças no nível do ambiente (Paisagem) criam pressões no Regime;
- c) a desestabilização do Regime cria janelas de oportunidades para as inovações dos Nichos.

A perspectiva PMN se destaca por abarcar ações realizadas por atores diferentes em busca de novos arranjos sociotécnicos e que impactam a sociedade. "O processo de transição contribui para a criação de novos contextos e por isso pode alterar o regime utilizado" (MACHADO; CAMPOS; MOURA, 2022, p.5).

Cândido (2022) enfatiza que, na perspectiva multinível das transições sociotécnicas, das interações entre os níveis podem surgir ideias, artefatos e inovações emergentes que podem ser incorporadas ou mesmo se tornar dominantes em um determinado contexto, às vezes modificando sistemicamente o Regime, outras apenas o reconfigurando.

## **2.5 MODELO DE NEGÓCIO**

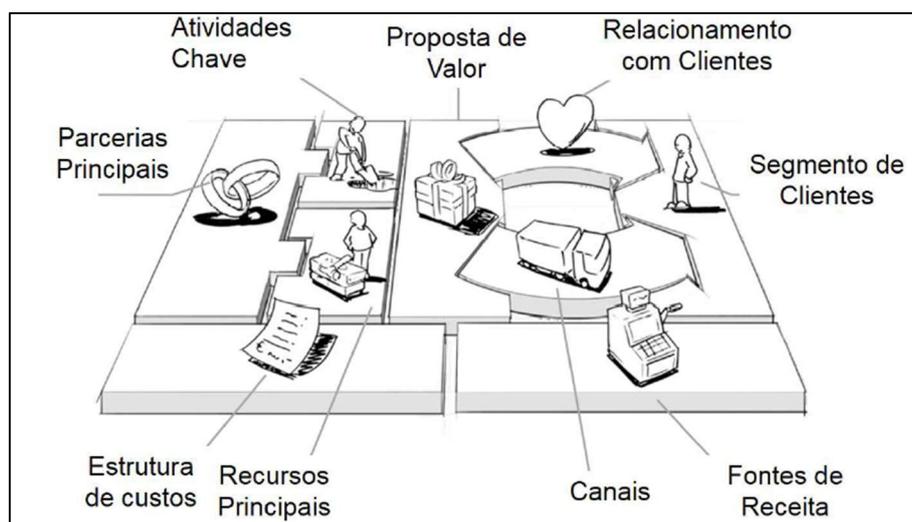
Stähler (2002) lembra que um modelo é uma simplificação da realidade complexa, ajudando a compreender os fundamentos de uma empresa e a planejar um futuro negócio. Quinaz (2014) acrescenta que os empreendimentos que são mais propensos a ter sucesso são aqueles que não têm um modelo de negócio perfeito, mas um flexível que permite ao empreendedor introduzir mudanças e reajustes.

A proposta de utilizar um quadro como forma de representar um modelo de negócio vem da necessidade de utilizar uma linguagem comum para descrever, visualizar, avaliar e alterar um modelo de negócios. “Este modelo, por sua vez, deve se basear na definição do valor gerado pela organização e, então, entender como criar, entregar e capturar este valor” (PINHEIRO, 2019, p.24).

Para Osterwalder e Pigneur (2002), um modelo de negócio é definido como a descrição da lógica de como uma empresa cria, distribui e atrai valor. Nas empresas, a origem do valor está na criação de conhecimento e na utilização do conhecimento dos clientes e colaboradores, que determinam o design da inovação do modelo de negócio.

O modelo de negócios apresentado por Osterwalder e Pigneur (2011) possui nove componentes que se relacionam de forma a montar um ecossistema que permita a sobrevivência da empresa no mercado, conforme vemos na figura a seguir.

**Figura 6 - Modelo de Negócios**



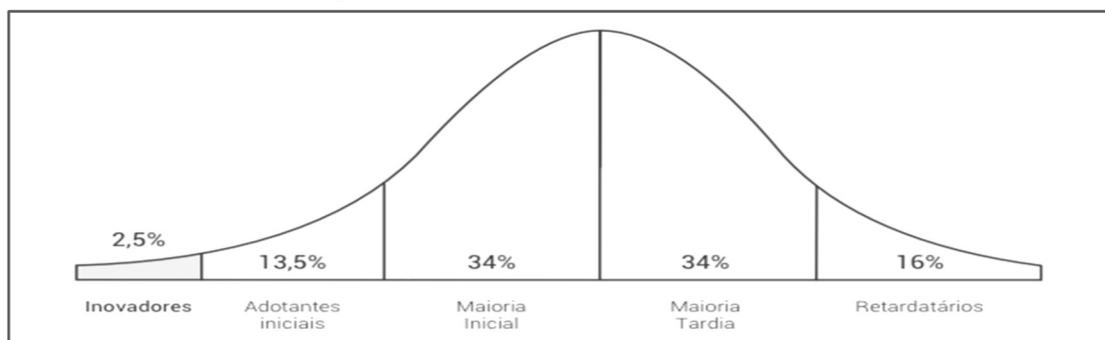
Fonte: Osterwalder e Pigneur (2011)

## 2.6 DIFUSÃO DA INOVAÇÃO

“As inovações, para serem socializadas, precisam da difusão, que assume características específicas que, corretamente trabalhadas, podem auxiliar nos objetivos de organizações inovadoras, quer sejam governos, empresas ou entidades que produzem ciência e tecnologia” (CAPRINO et al, 2007, p. 41).

Desenvolvida em 1962 pelo sociólogo Everett Rogers, a curva “S” da difusão da inovação diz que uma nova ideia, tecnologia ou produto se espalha de maneiras diferentes por uma população ao longo do tempo, desde sua introdução até sua adoção em massa. Segundo o pesquisador, quando introduzida uma nova tecnologia para os consumidores, há um ciclo de adoção que segue um padrão.

**Figura 7 - Curva de Difusão da Inovação**



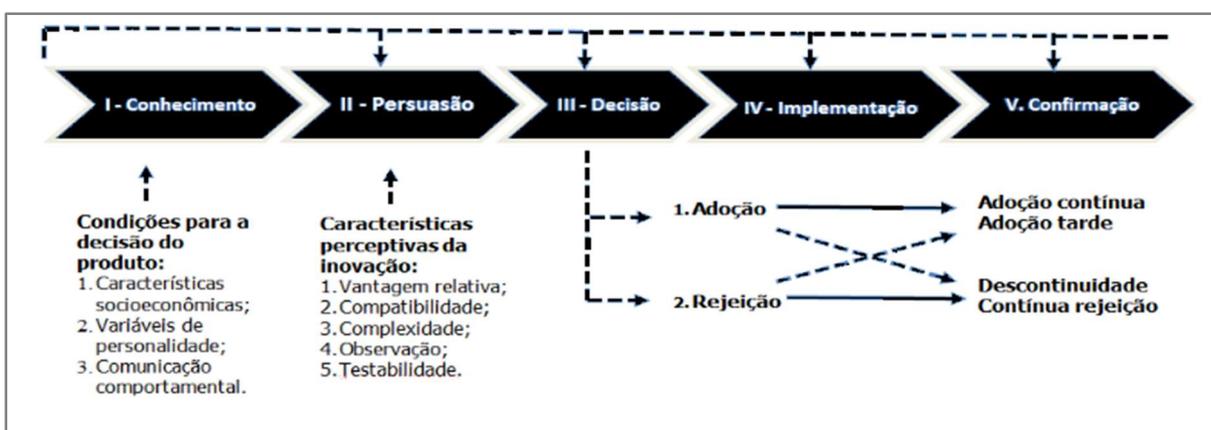
Fonte: Rogers, 2003 (1ed. 1962)

O processo de decisão de adoção da inovação tecnológica, conforme demonstra a figura que segue, possui características próprias como: o conhecimento da inovação, isto é, a exposição a uma inovação existente e as primeiras informações sobre seu funcionamento, a persuasão para com a inovação, portanto a formação de uma atitude favorável (ou não) frente à mesma, a decisão, ou seja, o engajamento em atividades que levam a adotar (ou rejeitar) a inovação, a implementação, quando o indivíduo põe em execução a nova ideia escolhida e a confirmação, que se revela na procura de reforços para a decisão já estabelecida mas que, também, pode reverter o processo, se encontradas mensagens conflitantes.

Convém reforçar que há 5 fatores principais que influenciam na adoção de uma inovação:

- a) a vantagem relativa, isto é, o quanto a inovação é percebida como melhor do que o existente;
- b) a compatibilidade, definida de acordo com a consistência da inovação em relação ao valor, experiência e necessidades entregues;
- c) a complexidade, o quão difícil é a inovação de ser entendida, usada e/ou acessada;
- d) a observabilidade, o quão tangíveis são os resultados da inovação e
- e) a testabilidade, ou seja, a extensão a qual a inovação pode ser experimentada, antes de se comprometer com a adoção.

**Figura 8 - Modelo de Difusão da Inovação**



Fonte: Rogers, 2003 (1ed 1962)

Sinde Cantorna (2007) propõe-se a integrar vários modelos nos quais os fatores que podem incidir sobre a velocidade da difusão incluem os relacionados com a demanda (incerteza sobre a demanda, qualificação dos trabalhadores, disponibilidade de recursos, grau de diversidade de empresas, intensidade competitiva no setor), com a oferta (padronização do produto, reputação, cumprimento do prazo, intensidade competitiva dos fornecedores, atividades de marketing), com as características da própria tecnologia (vantagem relativa, complexidade, compatibilidade, custo, risco e incerteza, rentabilidade esperada), assim como fatores institucionais e de entorno (pressão competitiva, facilidade de financiamento, evolução da tecnologia antiga, fatores políticos).

## 2.7 A HÉLICE QUÍNTUPLA

O modelo de inovação Quíntupla Hélice oferece uma resposta orientada para a resolução de problemas e desenvolvimento sustentável, além de indicar como a transição socioecológica pode ser dominada em combinação com a produção e inovação de conhecimento. “No âmbito desse modelo, os ambientes naturais da sociedade e de economia também devem ser vistos como ‘*drivers*’ para a produção de conhecimento e inovação, definindo, portanto, oportunidades para a economia de crescimento” (DANUNE, 2017, p.1).

De acordo com Barth (2011), a Quíntupla Hélice é um modelo capaz de enfrentar os desafios atuais do aquecimento global através do conhecimento e do *know-how*, na medida em que se concentra no interesse do social e na transferência do conhecimento dentro dos subsistemas de um estado ou estado-nação específico.

Informa Santos (2014) que o modelo de Hélice Quíntupla considera que a efetividade de um sistema de inovação depende do resultado da interação entre cinco elementos: (1) universidade, (2) empresa, (3) governo (4) sociedade civil e (5) ambiente socioecológico. “O foco da quinta hélice está na sustentabilidade do processo de crescimento econômico e inovação, orientado para as relações com o ambiente natural” (SANTOS et al; 2014, p.1).

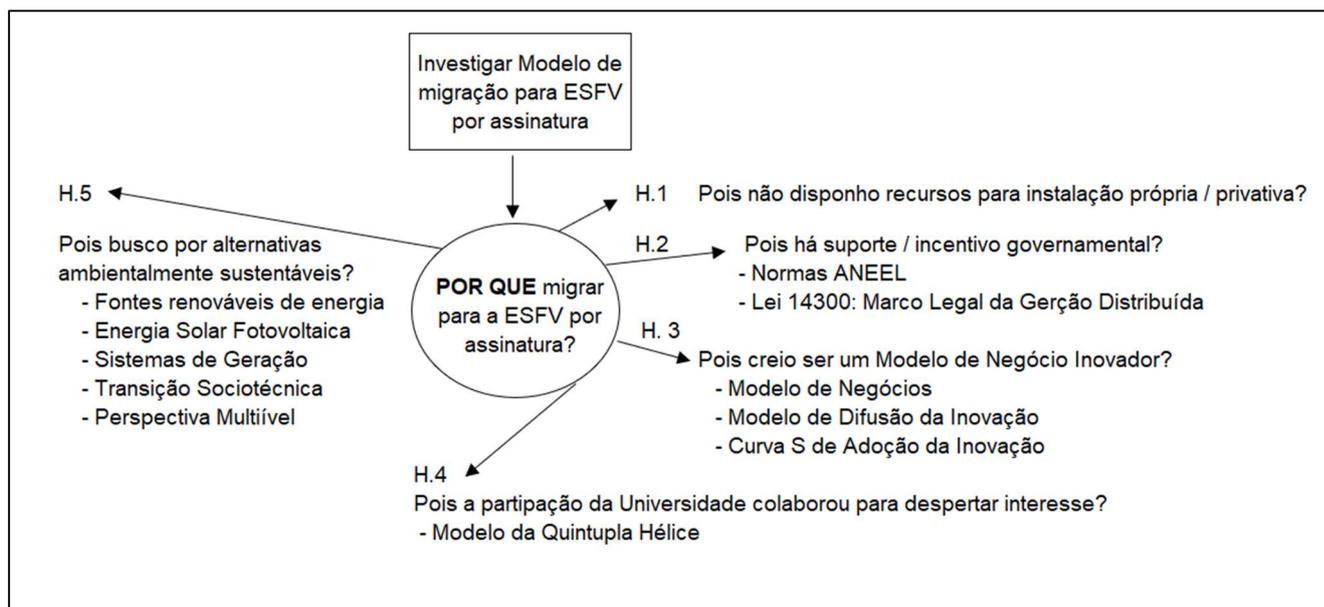
Conforme Carayannis, Barth e Campbell (2012), a Hélice Quíntupla representa um modelo entre teoria e prática oferecido à sociedade para compreender a ligação entre conhecimento e inovação, a fim de promover um desenvolvimento duradouro.

Complementa Mineiro (2018) que a Quinta Hélice destaca problemas como o aquecimento global e a crescente preocupação com questões sustentáveis para o modelo. Ela remete a sustentabilidade como fator principal para o desenvolvimento regional. Os agentes representantes da hélice ainda são escassos, sendo que os estudos abordam teoricamente o meio ambiente e atores relacionados a aspectos sócio ecológicos. O papel desses atores é fomentar o desenvolvimento sustentável e vale destacar a não associação a um ator único.

## 2.8 APLICAÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

A ilustração 9 demonstra, de maneira esquematizada, as conexões desenvolvidas entre o objetivo geral, as hipóteses/pressupostos levantados para investigação ao longo do estudo e os conteúdos pesquisados no referencial teórico.

**Figura 9 - Esquema síntese Objetivo x Conteúdos**



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 DESIGN DA PESQUISA

Esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa e exploratória, acompanhada de um estudo de caso. De acordo com Patton (2002), os métodos qualitativos proveem profundidade e sentido individual. Visam entender o detalhe das relações, instituindo o próprio pesquisador como instrumento. Embora não possibilitem resultados generalizáveis, eles fornecem informações ricas e detalhadas sobre um pequeno número de pessoas e casos, permitindo um entendimento do mundo de acordo com o ponto de vista dos respondentes.

De acordo com YIN (2005), o estudo de caso se presta nas investigações de fenômenos sociais contemporâneos, nos quais o pesquisador não pode manipular comportamentos relevantes que influenciam e/ou alteram seu objeto de estudo.

Complementa Antônio C. Gil (2008) que pesquisas exploratórias têm como principais objetivos: desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis.

Os estudos de caso envolvem tanto a descrição quanto a interpretação, mas o objetivo principal é usar os dados para avaliar o mérito de alguma prática, programa, sistema ou evento. Para Cajueiro (2015), esses estudos constituem, na verdade, um passo inicial ou uma base de dados para pesquisas comparativas subsequentes e construção de teorias.

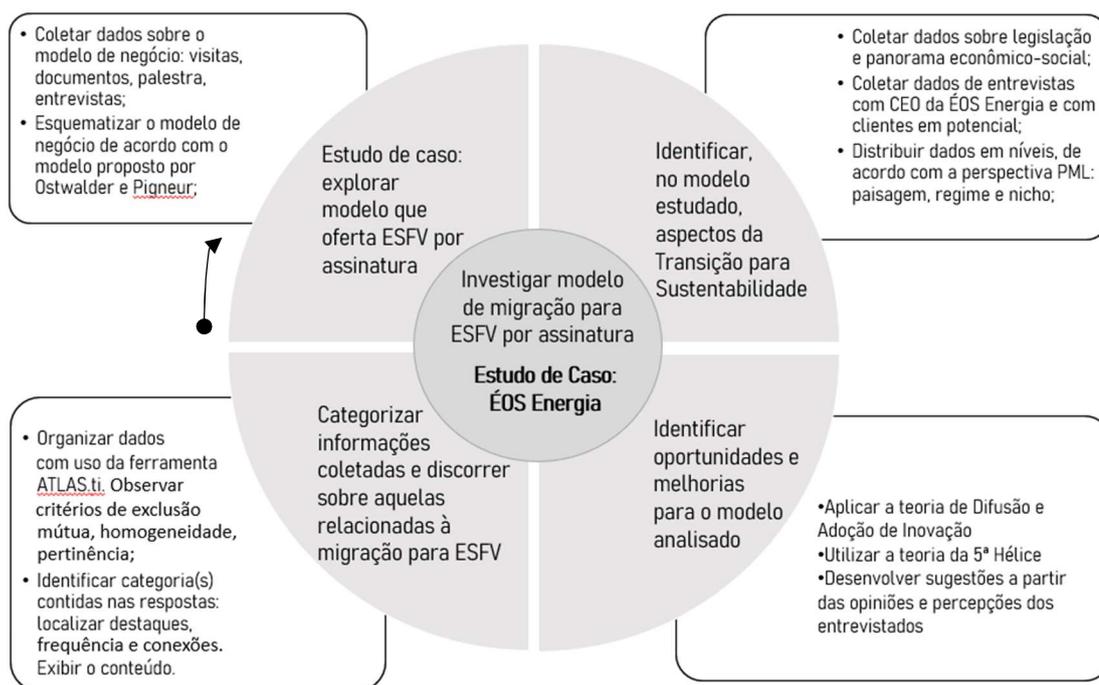
A empresa selecionada para o estudo de caso chama-se ÉOS Energia e foi escolhida pelo seu pioneirismo na oferta de ESFV por assinatura no Rio Grande do Sul, mais precisamente, na região de Porto Alegre. A ÉOS Energia concomita com a Zona de Inovação Sustentável de Porto Alegre (ZISPOA) que tem como objetivo tornar o Estado do Rio Grande do Sul o lugar mais sustentável e inovador da América Latina até 2030.

A ZISPOA combina seis elementos-chave: inovação e tecnologia, startups e empreendedorismo, eficiência de recursos e sustentabilidade, criatividade e colaboração, gestão comunitária participativa e ambiente amigável aos negócios. Entre os seus objetivos principais estão tornar a região em que atua o local mais

alimentado por energia solar, portanto mais eficiente energeticamente e amigável a tecnologias renováveis.

A ilustração que segue reúne, de maneira sintetizada, os objetivos específicos e central propostos neste estudo e os procedimentos adotados durante o seu desenvolvimento, visando o alcance dos mesmos.

**Figura 10 - Esquema síntese Objetivos Específicos x Procedimentos de pesquisa**



Fonte: Elaborado pelo autor

Como etapas percorridas pela presente investigação, estiveram compreendidas as atividades de aproximação à empresa do estudo de caso, visitas de observação, análise de documentos e entrevistas com os usuários em potencial.

As datas de visitas e entrevistas encontram-se dispostas no quadro a seguir.

Ao final do processo, houve compilação e análise dos dados obtidos, bem como a etapa de redação. A empresa recebeu uma cópia do estudo realizado.

**Figura 11 - Etapas da pesquisa**



Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados se deu por meio de vistas de observação, de análise dos documentos (cotações e contratos) e através de entrevistas semiestruturadas aplicadas em reuniões presenciais e, também, virtuais. Para entrevistas realizadas remotamente utilizou-se as plataformas Zoom® e Google Meet®. Todos os encontros foram gravados, perfazendo um total de 4h48min, com posterior transcrição.

De acordo com Boni e Quaresma (2005), as entrevistas semiestruturadas têm a finalidade de obter informações de entrevistados sobre um determinado tema/assunto, por meio de uma conversa planejada seguida por um roteiro e por indagações. Tais entrevistas combinam perguntas abertas e fechadas, em que o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto, por meio de um conjunto de questões previamente definidas, em uma conversa, seja ela formal, seja informal.

#### 3.2.1 Entrevistas com a ÉOS Energia

O primeiro encontro com um dos sócios fundadores da ÉOS Energia foi em uma palestra com um grupo de potenciais assinantes. O roteiro desse encontro incluiu a apresentação do mercado de energia solar, da estrutura da empresa e do serviço de ESFV por assinatura. Ao final, os participantes puderam colocar suas perguntas, sem um roteiro pré-fixado, contemplando o que fora apresentado.

No segundo e terceiro encontros, participaram apenas o entrevistado, CEO da ÉOS, e o entrevistador. O roteiro aplicado estava pré-definido e encontra-se reproduzido no quadro abaixo.

**Figura 12 - Roteiro das entrevistas com ÉOS Energia**

<p><b>Entrevista 30/05/22</b></p> <p>A energia por assinatura e a energia compartilhada são a mesma coisa?</p> <p>A ÉOS caracteriza-se como uma Usina ou uma Fazenda Solar?</p> <p>Ela facilita a comercialização da energia que a usina de Mostardas produz?</p> <p>A empresa proprietária dos painéis, em Mostardas, é a ÉOS?</p> <p>Como o compromisso com a ÉOS é fechado e como pode ser extinto?</p> <p>Já de posse dos contratos, no momento de instalar a usina, seria como uma venda garantida ou uma instalação sob demanda?</p> <p>Vocês atendem apenas ao Rio Grande do Sul (RS)?</p> <p>Além da ÉOS, há mais empresas no RS ou no Brasil, com o mesmo modelo de negócios?</p> <p>Na sua visão, o que faz com que a ÉOS ainda esteja sozinha, ou quase sozinha, nesse modelo?</p> <p>Quais as características percebidas nos consumidores que buscam a ÉOS?</p> <p>A partir da sua experiência, as 'pegadas' ambiental e social são importantes para fechar negócios?</p> <p>Na sua opinião, quais os motivos do ganho de espaço da energia solar, na matriz nacional?</p> <p>A maior crítica que se ouve é quanto ao descarte dos painéis, ao final da vida útil. O que você pode dizer sobre isso?</p> <p>Com o Marco Legal, de janeiro de 2022, pessoas físicas também podem ter acesso aos serviços da ÉOS, correto?</p> <p><b>Entrevista 23/11/22</b></p> <p>Vocês se consideram uma <i>Startup</i>?</p> <p>Você diz que o modelo de financiamento define entre sim/não, portanto, no caso, seria "Não"?</p> <p>Percebe-se que o objetivo é de fazer uma empresa que trabalhe com ESFV por assinatura, independente de como classificá-la, correto?</p> <p>Como surgiu a ideia do modelo de negócios da ÉOS? Se puderes contar a história e do que conquistou até esse momento.</p> <p>A distribuidora de energia não teria interesse em oferecer o serviço de vocês aos seus clientes? Ou a situação é de uma concorrência?</p> <p>Como são captados os contratos (angariação de clientes), na atualidade?</p>
--

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2.2 Visitas de observação

Amparada pelas relações desenvolvidas no berço da ZISPOA, a disciplina ADM01012 – Gestão Sócio Ambiental nas Empresas, da Escola de Administração da UFRGS, promoveu a aproximação da ÉOS Energia a quatro entidades ligadas à cultura e à sociedade civil, na cidade de Porto Alegre: a Associação Cultural Vila Flores, o Coletivo Ksa Rosa, a Organização da Sociedade Civil (OSC) Misturaí e o Centro Social Marista Irmão Bortolini.

Devidamente acordado com as partes, o acompanhamento do processo, desde a primeira visita até a celebração (ou não celebração) dos contratos, constituíram fontes para o desenvolvimento da presente dissertação.

As visitas, com duração de 1 (uma) hora cada, perfazendo um total de 4 (quatro) horas, foram fontes de informações sobre:

- a) abordagem da empresa: maneira como se apresenta, introduz o assunto e oferece o serviço, isto é, os enfoques utilizados;
- b) receptividade: disponibilidade do público em receber a visita, o interesse sobre o produto oferecido e a aptidão para adotá-lo;
- c) questionamentos: a externalização das percepções, dúvidas e preocupações que pode revelar os critérios avaliados pelos consumidores em potencial.

Patton (2002) considera o que as pessoas dizem, verbalmente ou através da escrita, como o maior recurso dos dados qualitativos. No entanto, para entender a complexidade de muitas situações, a participação direta e a observação do fenômeno de interesse pode ser o melhor método de pesquisa.

Informações relativas às visitas encontram-se dispostas na tabela a seguir.

**Tabela 3 - Visitas de observação**

	Nome	Descrição	Endereço	Contato
V0001	Associação Cultural Vila Flores	Comunidade criativa que atua em rede e experimenta novas relações e práticas de trabalho e convívio, fomentando atividades culturais, educativas e de inovação social. Rede formada por mais de 40 iniciativas de diversas áreas do conhecimento, somando mais de 100 empreendedores que compartilham de uma visão de mundo colaborativa, humana e sustentável.	Rua São Carlos, Bairro Floresta, Porto Alegre/RS	João Felipe Wallig
V0002	Coletivo Ksa Rosa	Espaço de acolhimento também usado por artistas que buscam promover a mensagem da integração social. A principal fonte de renda chega por meio da coleta de materiais recicláveis. Outras atividades, como a fabricação de sabão artesanal, venda de mudas de plantas e eventos são fontes de financiamento.	Rua Voluntários da Pátria, Porto Alegre/RS	Maristoni Moura
V0003	OSC Misturái	Organização da Sociedade Civil (OSC), sem fins lucrativos, que promove, através de projetos e parcerias, uma cidade socialmente mais inclusiva, justa, próspera e sustentável.	Vila Planetário, Porto Alegre/RS	Mara Nunes, Gabriel Goldmeier
V0004	Centro Social Marista I.A. Bortolini	Centro social escola que oferece oficinas culturais, didático-pedagógicas e atividades que estimulam o desenvolvimento das relações afetivas e sociais por meio do teatro, da música, dança, percussão e do esporte.	Loteamento Santa Teresinha, Porto Alegre/RS	Irmão Miguel

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2.3 Análise documental

A análise documental, de acordo com Moreira e Barros (2005), deve extrair um reflexo objetivo da fonte original, permitir a localização, identificação, organização e avaliação das informações contidas no documento, além da contextualização dos fatos em determinados momentos.

Em linha com os objetivos da pesquisa, o protocolo da análise documental consistiu em, a partir das informações contidas nas cotações, nos contratos e na legislação identificar os autores e colaboradores do documento (que indicam as interações entre atores em um mesmo ou entre diferentes níveis sociotécnicos), verificar a clareza e disposição das informações e a identificar de que maneira estes documentos abordam a temática de sustentabilidade.

A análise documental, a partir da catalogação apresentada abaixo, permitiu a triangulação com as evidências das entrevistas.

**Tabela 4 - Documentos de pesquisa catalogados**

Cod	Documento	
D001	Lei 14300/22	Marco da micro e minigeração de energia
D002	Resolução Normativa ANEEL nº 954/2021	Regula Usinas Híbridas
D003	Contrato 4430 v02 26/05/20222	Contrato Associação Vila Flores / ÉOS Energia
D004	Contrato 4494 v02 19/04/20222	Contrato Ksa Rosa / ÉOS Energia
D005	Cotação 4491 v04 26/05/2022	Cotação C. Marista / ÉOS Energia

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2.4 Entrevistas com participantes

Quanto aos sujeitos da pesquisa, além do sócio da empresa, foram entrevistados quatro atores responsáveis pelas instituições visitadas. As entrevistas foram realizadas remotamente, via plataforma Google Meet®, no mes de dezembro de 2022. Buscou-se, ao máximo, para a aplicação das entrevistas, permitir que o período de migração estivesse concluído, cujo prazo estimado fora de 3 a 6 meses.

No momento das entrevistas, duas entidades haviam fechado contrato com a empresa e aguardavam a resposta da distribuidora de energia confirmando a transição. Ambas haviam solicitado a troca nos últimos dias de abril, portanto 7 meses já haviam se passado. As duas outras participantes do estudo haviam declinado da proposta. Ainda assim, buscou-se entrevistar a todos.

O roteiro das entrevistas semiestruturadas encontra-se no quadro a seguir.

**Figura 13 - Roteiro de entrevistas com assinantes em potencial**

<p><b>Assinantes</b></p> <p>Você já teve contato com algum projeto/fornecedor de ESFV antes da ÉOS?</p> <p>Você conheceu a ÉOS a partir da UFRGS e/ou do ZISPOA?</p> <p>Você consegue elencar os fatores mais importantes que influenciaram a sua tomada de decisão?</p> <p>Quanto tempo já dura seu processo de migração? O que aconteceu neste período de tempo?</p> <p>Quais dúvidas surgiram durante o processo?</p> <p>Restaram dúvidas mesmo após assinar o contrato?</p> <p>Como você viu a participação da universidade nesse processo?</p> <p>Após assinar o contrato, você indicou a ESFV por assinatura para alguém, propagou a ideia?</p> <p>Você tem alguma sugestão / comentário a acrescentar?</p>
<p><b>Não Assinantes</b></p> <p>Você conheceu a ÉOS a partir da UFRGS e/ou do ZISPOA?</p> <p>A que você atribui a não continuidade do processo, isto é, ter declinado da proposta?</p> <p>Quais dúvidas ou entraves surgiram durante o processo?</p> <p>Como você viu a participação da universidade nesse processo?</p> <p>Você comentou para alguém, promoveu / despromoveu a ideia?</p> <p>Você tem alguma sugestão / comentário a acrescentar?</p>

Fonte: Elaborado pelo autor

Importante ressaltar que se buscou identificar, na visão dos entrevistados, a importância da participação da Universidade no processo, portanto, a percepção da atuação desta hélice nesse movimento de transição/migração.

### 3.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados construídos ao longo do processo foram tabulados de acordo com a análise de conteúdo desenvolvida por Bardin (2016). A técnica preza pelo rigor metodológico, sendo desenvolvida de maneira sistemática, a partir de três fases:

- a) pré-análise: etapa da transcrição das entrevistas na íntegra e leitura geral do material coletado;
- b) formatação do material, codificação e categorização, com divisões e subdivisões: com suporte do software ATLAS.ti ®, a exploração do material e o tratamento das evidências resultou em um corpo de análise. Para a elaboração das categorias, definidas *a posteriori*, consideraram-se os critérios básicos da exclusão mútua, da homogeneidade e da pertinência;

- c) interpretação e inferência respaldadas no referencial: fez-se um recorte do material em unidades de registro (palavras, frases ou parágrafos) comparáveis e com o mesmo conteúdo semântico.

Diversos autores fornecem sugestões de como os códigos podem ser agrupados em um sistema. Lofland (1971), por exemplo, sugeriu atos, atividades, significados, participação, relacionamentos e configurações. Bodgan e Biklen (1992) propuseram configuração/contexto, definição da situação, perspectivas, compreensão de pessoas e objetos, processo, atividades, eventos, estratégias, relacionamentos e estrutura social. Bazeley (2013) acrescentou pessoas/atores/jogadores, questões levantadas sobre as quais pode haver algum debate, atitudes, crenças, posições ideológicas, estruturas, contexto cultural, respostas ou estados emocionais, características pessoais, impacto/resultados (facilitador ou barreiras).

Com apoio do Software ATLAS.ti®, fez-se o recorte do material em unidades de registro compostas por frases e parágrafos extraídos das transcrições das entrevistas. O roteiro utilizado nas entrevistas norteou a criação das categorias, formatadas de acordo com o conteúdo apresentado nas respostas.

Os conectores que estabeleceram as relações entre as categorias foram: 'é causa de', 'é um', 'é parte de', 'está associado com' e 'contradiz'.

As categorias, após nomeadas e devidamente codificadas com base na frequência (G) e no número de conexões (D) apresentados, resultaram em um total de dez (10) e estão apresentadas, aqui, na ordem alfabética: Benefícios da ESFV por assinatura, Dificuldades, Expectativas, Indicações, Lacunas de informação, Motivos, Receptividade, Sugestões, Sustentabilidade, Universidade (participação da).

Concluída esta etapa, seguiu-se para o arranjo e interpretação dos dados constantes em cada uma das categorias, ou seja, para a análise dos resultados obtidos.

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Recapitulando os objetivos específicos desta dissertação, estavam propostos: (a) explorar, através de estudo de caso, um modelo de negócio que oferece energia solar fotovoltaica por assinatura, (b) identificar os aspectos de transição para sustentabilidade do referido modelo, (c) categorizar as informações coletadas durante as visitas e entrevistas, discorrendo sobre aquelas que se relacionam à decisão de migração para o modelo investigado e (d) identificar oportunidades e melhorias no modelo de negócio analisado.

Cada objetivo encontra-se contemplado neste capítulo de análise de resultados obedecendo a relação a seguir: objetivo I – seção 4.1, II - 4.2, III – 4.3 e IV - 4.4.

### 4.1 O MODELO DE NEGÓCIOS DA ÉOS ENERGIA

A ÉOS Energia Compartilhada se define como uma *holding* que coordena investidores, fornecedores, integradores tecnológicos e usuários de energia solar de forma a gerar eficiência global e rentabilidade no processo de utilização e expansão da infraestrutura de geração de energia solar no Brasil. Apesar de possuir algumas características semelhantes às das empresas denominadas *startups*, opta por não se classificar dessa maneira.

Conforme visto anteriormente, no segundo capítulo, a ANEEL autorizou e regulamentou essa atividade. Foi permitindo aos consumidores de energia elétrica de todo país usufruir da produção própria de energia elétrica através de sistemas particulares ou aderir a uma usina solar compartilhada.

Em se tratando do processo, a ÉOS posiciona-se como engrenagem conectora, comercializando os contratos de energia, que funcionam como uma 'garantia de receita', viabilizando, desta maneira, a aquisição do local e a construção das usinas/fazendas solares.

Para a construção da usina, a ÉOS articula o financiamento do projeto com investidores particulares oferecendo uma taxa de retorno inicial comparável à de uma aplicação conservadora de renda fixa. A empresa busca proprietários de terrenos pequenos e médios dispostos a instalar os painéis em sua propriedade, em troca de uma remuneração. As etapas de projeto de engenharia e de construção são

executadas por uma empresa que pertence a um dos proprietários da ÉOS, a Desenvolt Energia Sustentável.

“A construção da usina ancora-se mais na capacidade da ÉOS em angariar, isto é, em encontrar contratos, num período de 2-3 meses que preencherão a usina, do que no fato de já tê-los, em sua totalidade, assinados antes da construção da mesma”, revela o proprietário da empresa.

Os gastos relativos à manutenção, seguro e aprimoramento das usinas são de responsabilidade da empresa. Os custos administrativos e fiscais também o são. A entrega da energia permanece realizada pela mesma rede elétrica que o contratante já utiliza, não havendo, portanto, a necessidade de quaisquer tipos de instalação, configuração, placa ou medidor novos.

A relação entre a ÉOS e seus clientes se dá por meio de uma assinatura: há um contrato e a cobrança de uma mensalidade. A primeira mensalidade é paga no mês em que o assinante recebe seus créditos de energia gerados na usina. A saída do programa pode ser requisitada a qualquer momento, desde que atendido o prazo de 90 dias. Em outras palavras, o rompimento entre as partes requer aviso prévio de 3 meses. Segundo seu sócio fundador, a empresa abdica de um contrato que obrigue o consumidor a se fidelizar por longo prazo, considerando que possui, estatisticamente comprovada, a capacidade de substituir esse consumidor com agilidade.

O fluxo de assinatura acontece da seguinte maneira: a ÉOS entra em contato (ou atende a contato) para elaboração de um orçamento. Um histórico mínimo de um ano de consumo de energia é solicitado. Normalmente, esse histórico encontra-se presente nas contas de luz recebidas das distribuidoras. A empresa elabora uma proposta ao interessado contendo o valor das mensalidades dos próximos 12 meses, bem como uma estimativa de economia projetada para 1, 10 e 25 anos.

Com base na aprovação, isto é, na assinatura digitalmente remetida pela parte interessada, a cotação converte-se num contrato. A partir deste instante, há um prazo de espera (1 a 6 meses), para que a ÉOS realize os processos de migração necessários junto à distribuidora. Passado este período e iniciado o uso dos créditos, o assinante recebe por mês duas cobranças: (1) o boleto da distribuidora com os créditos da energia contratada descontados e (2) uma fatura da ÉOS com o valor da

mensalidade acordada. A ÉOS garante, no mínimo, 10% de desconto sobre a soma das duas faturas quando comparada ao custo de energia gerado pela distribuidora sem a utilização dos créditos advindos da fonte solar.

No caso de o consumo ser superior à demanda contratada, a distribuidora automaticamente cobrará a diferença. Ao contrário, se o consumo ficar aquém do contratado, o pagamento efetuado permanece contabilizado como um crédito para uso nos meses subsequentes (por lei, 60 meses).

Para adequação entre consumo e geração, a ÉOS disponibiliza dois serviços de revisão de demanda, sendo um deles com revisão e alteração de contrato sob consulta e outro de ajuste automático de demanda, buscando, com isso, oferecer ao assinante a possibilidade de operar na faixa ótima de economia.

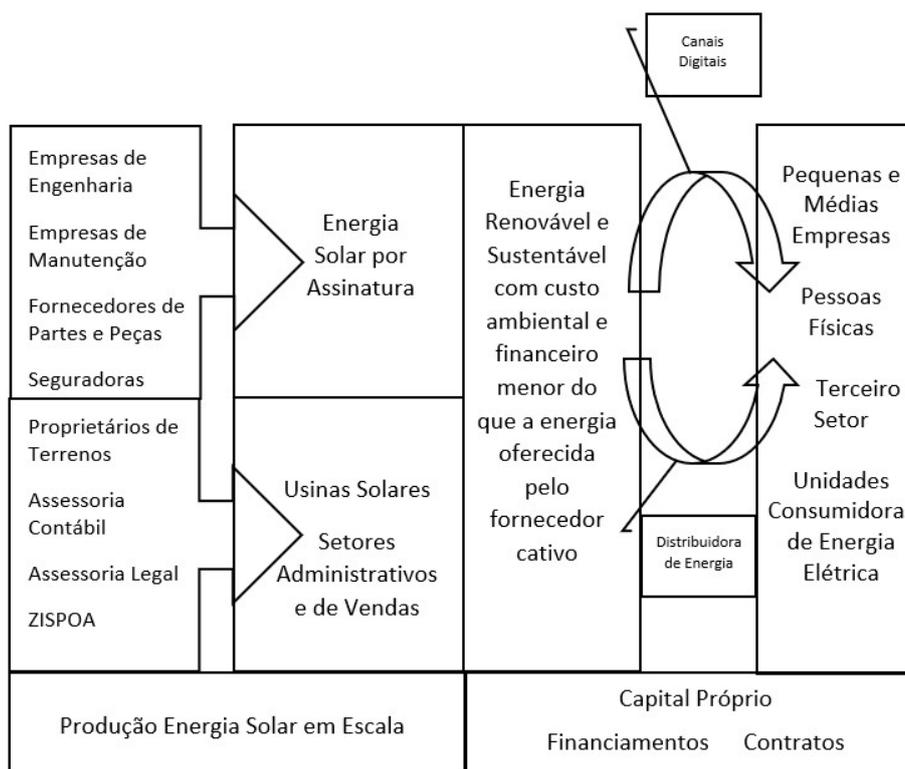
A ÉOS não cobra qualquer taxa ou tarifa administrativa dos assinantes. Como afirma o gestor: “a eficiência e a escala são elementos chave do sucesso do modelo”.

Ainda de acordo com o entrevistado, “é um modelo que exige um olhar diferente para o negócio de energia solar”. Ele acredita que outras empresas possam adotar esse modelo. Inclusive, menciona que a empresa tem a pretensão de estabelecer o que denomina de ‘*white label*’, que seria uma parceria com outras empresas já estabelecidas no mercado de placas solares que ofereceriam o serviço da ÉOS àqueles clientes que se viram impossibilitados de aderir ao sistema fixo e particular de instalação de painéis.

Importante salientar que o trabalho da ÉOS atende a ciclos. Inicia na busca ativa por consumidores para garantir, através do compromisso contratado, a instalação da usina que irá gerar os créditos de energia. Finaliza remunerando a empresa, os investidores e os proprietários dos terrenos. Cada usina é portadora de um CNPJ único e de uma capacidade instalada, portanto quando esgotada essa capacidade, o projeto está concluído, oportunizando que outro se inicie.

A figura a seguir dispõe o modelo de negócios da ÉOS Energia fazendo uso do modelo de nove componentes, proposto por Osterwalder e Pigneur (2011).

**Figura 13 - Modelo de Negócios adaptado para a ÉOS Energia**



Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Osterwalder e Pigneur (2011)

## 4.2 ASPECTOS DA TRANSIÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE SOB A ÓTICA DA PERSPECTIVA MULTINÍVEL

De acordo com os níveis que compõem a perspectiva multinível proposta por Geels (2004), ao analisar o cenário no qual o modelo de negócios da ÉOS Energia está inserido, identificou-se:

### 4.2.1 Nível Panorama ou Paisagem (*Landscape*)

Recapitulando, trata-se da estrutura externa ou de um contexto para a interação entre os atores que influencia o comportamento, mas que, por ser a nível macro, não pode ser modificado pelos atores.

O estudo revelou que, neste nível, as variáveis associadas ao contexto social moldaram as tendências dos sistemas de energia sustentável. Em primeiro lugar, há um debate aberto, a nível global, sobre mudanças climáticas, seguido por políticas de créditos de carbono, integração de órgãos de governos com a sociedade civil e de investimentos em tecnologia, para desenvolver maior eficiência dos sistemas.

Dados obtidos na análise indicam que há uma estrutura instalada favorável à adoção das energias renováveis, incluindo a energia solar fotovoltaica, a citar as resoluções internacionais de apoio à adoção dessas energias, como o ODS7, proposto pela ONU. Há, inclusive, um ambiente de escassez energética mundial que estimula a ampliação da sua capacidade a partir das fontes de energias renováveis e não mais pela adição de potencial energético advindo de fontes fósseis.

No contexto nacional, a adesão do Brasil ao Marco de Parceria das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável reforça a posição do país que, ao ampliar ou renovar sua matriz energética, o faz a partir da adoção das fontes renováveis com baixa emissão de carbono.

Ainda, o Programa de Energia Renovável (PERS) envolve os gestores públicos e alerta sobre a necessidade da educação, conscientização e direcionamento dos cidadãos para sustentabilidade. Recursos financeiros oriundos do Programa de Eficiência Energética (PEE) são destinados a investimentos na instalação de sistemas fotovoltaicos e de outras fontes renováveis para consumidores de baixa renda, na modalidade local ou remota compartilhada.

#### 4.2.2 Nível Regime (*Patchwork*)

Neste nível intermediário, encontram-se elementos que permitem ou que constroem a atividade dentro de determinada comunidade, identificados na pesquisa conforme descrito nos próximos parágrafos.

O novo Marco Legal permitiu que tanto pessoas físicas como jurídicas pudessem aderir ao sistema de compensação de energia elétrica usando créditos advindos de fontes renováveis, como a solar fotovoltaica. Até aquele momento somente as pessoas jurídicas tinham essa possibilidade.

O Marco contribuiu para distensionar os investimentos no setor ao estabelecer as incidências tarifárias de maneira escalonada, através do tempo, e ao obrigar a ANEEL, bem como as concessionárias ou permissionárias, a adequarem seus regulamentos, suas normas e seus procedimentos, a fim de cumprir as disposições da Lei.

Através das entrevistas com o sócio proprietário da ÉOS foi possível detectar que um dos diferenciais para investir no setor de energia solar fotovoltaica foi a

dispensa de licenciamento ambiental (pelo baixo impacto deste tipo de produção de energia) o que, segundo o mesmo, reduz em um ano o prazo para instalação e operação do sistema.

Outro elemento percebido a nível regime é a normatização que permite os usos híbridos das fontes de geração, no caso eólica e solar, produzindo energia tanto durante o dia quanto à noite. A utilização da rede de transmissão ocorre de maneira mais eficiente e estável, mitigando riscos comerciais, gerando economia e diluição de custos como, por exemplo, na aquisição de terreno. Esse tipo de geração integra os planos de expansão da ÉOS Energia.

#### 4.2.3 Nível Nichos Tecnológicos (*Niches*):

Retomando seu argumento, os Nichos são vistos como locais de incubação e desenvolvimento, podendo ser formados por pequenos mercados com critérios de seleção baseados em produto ou serviço. As regras são menos claras e articuladas e as incertezas presentes em um Nicho podem ser diversas, incluindo aquelas relacionadas aos aspectos técnicos e às heurísticas de buscas.

Nesse nível micro, durante a investigação, duas constrições foram detectadas: a primeira diz respeito ao tempo de migração do sistema cativo para o de assinatura e a segunda se refere ao acesso de dados de consumidores em potencial.

A respeito das migrações do sistema, esperadas para acontecerem entre 1 e 6 meses após a assinatura do contrato, no momento das entrevistas, já estavam há quase 8 meses sem homologação por parte da distribuidora. Um dos entrevistados revelou desconforto com essa situação e ansiedade pela “[...] falta de notícias”. Um longo prazo de conversão, aproximadamente de um ano, pode ser um fato desencorajador quando informado aos clientes, no momento do fechamento dos contratos, embora ele não seja responsabilidade da ÉOS.

No que tange ao acesso de dados dos sistemas de compartilhamento, percebe-se a influência dos agentes que dominam o mercado constituindo barreiras para a consolidação de novas práticas. Uma reivindicação da empresa ÉOS, revelada na entrevista, seria a disponibilização, via API, dos dados de conta de energia elétrica e/ou dados das unidades consumidoras, hoje de posse apenas das operadoras, para que fiquem disponíveis aos fornecedores entrantes.

### 4.3 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES CATEGORIZADAS

Após identificadas as categorias, em número de dez, com base na frequência (G) e no número de conexões estabelecidas (D), estas foram relacionadas e dispostas de maneira radial, conforme demonstrado na próxima ilustração.

Figura 14 - Categorização das informações coletadas nas entrevistas



Fonte: Elaborado pelo autor. Software de apoio ATLAS.ti

No Layout acima ficou evidenciado o papel central da categoria **Receptividade**.

Uma vez que a adoção da ESFV por assinatura passa pelo convencimento do consumidor em potencial, essa categoria revelou que, no contato inicial, não houve objeções dos interessados em ouvir sobre o sistema ofertado. Inclusive, todos tinham conhecimento da ESFV. Para alguns, a oferta da ÉOS não era a primeira oferta de energia solar.

A respondente pela Ksa Rosa colocou que já havia participado, sem sucesso, de um edital de placas solares por “[...] acreditar na ideia [...]” e a Vila Flores já tinha

solicitado um projeto de instalação de placas, como expôs seu representante: "[...] já tínhamos feito alguns orçamentos e projetos em relação, pois sempre foi uma vontade colocar a energia solar".

A escolha pela ESFV por assinatura é justificada através das razões e das expectativas que cada participante revelou. Os **Motivos** e **Benefícios** expostos, devidamente categorizados, foram: o fato de ser uma forma de energia sustentável e em linha com os princípios da entidade, a possibilidade do uso de créditos, com isso, a redução dos valores pagos por energia e a dispensa de obras, financiamentos e gastos com aquisição/instalação de um sistema próprio.

Essas razões se assemelham às encontradas nos estudos apresentados no segundo capítulo, que, congruentemente, revelaram como fatores motivadores a proteção contra elevação de custos de energia e a preocupação com o meio ambiente.

A categoria das **Expectativas** revela que estas, por vezes, excedem àquilo que a ESFV por assinatura se propõe. A Ksa Rosa, por exemplo, esperava “[...] conseguir um projeto de rede elétrica [...]” e “[...] eliminar a possibilidade de apagões [...]”. O Misturaí expôs que “[...] acreditava que o desconto poderia ser maior [...]”. A Vila Flores, que tem por objetivo a autonomia energética e a eliminação completa da utilização de combustíveis fósseis, considera a ESFV por assinatura uma etapa do seu processo de solarização. A autonomia energética foi o argumento do centro Marista para declinar do modelo por assinatura e optar pela aquisição de placas solares próprias.

O fato de a ESFV ser uma energia renovável consolidada e com baixo impacto ambiental é de conhecimento de todos os entrevistados, portanto não se poderia justificar o declínio de um contrato pelo desconhecimento do tema, por temor ou resistência à inovação. As expressões e os termos utilizados para referir-se a esta fonte, categorizados em **Sustentabilidade**, foram: ‘energia limpa’, ‘ecologicamente correta’, ‘com baixa banda de carbono’, ‘menor risco ambiental’, ‘100% limpa’ e ‘favorável ao meio ambiente’.

Em relação ao processo da adoção da ESFV por assinatura, as categorias **Lacunas** e **Dificuldades** estão listadas e devidamente relacionadas na Figura 16. Percebe-se que estas categorias não estão relacionadas com o fato em si, isto é, ao uso de fonte solar de energia por assinatura. Este não foi, sequer, mencionado. Elas

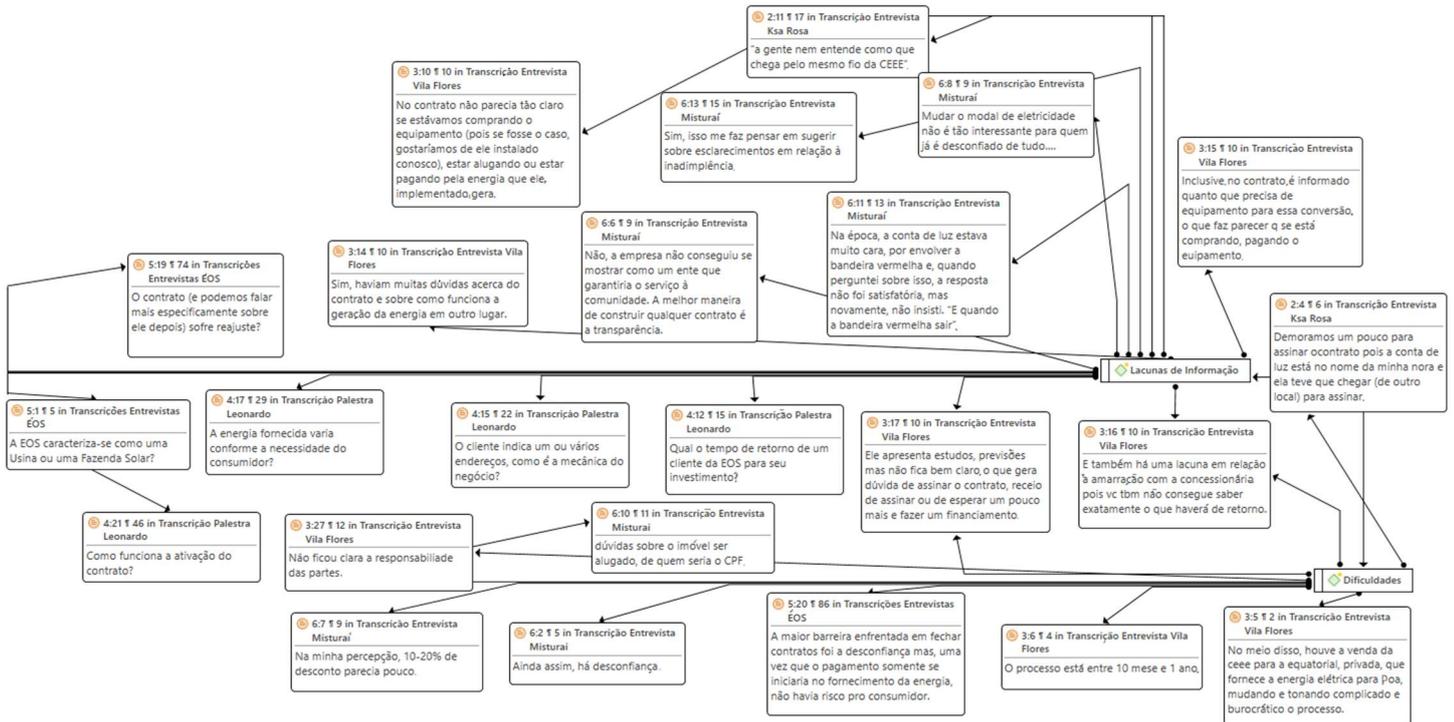
estão relacionadas aos eventos periféricos, citados: os termos do contrato firmado, o prazo, a burocracia aliada à falta de avisos/informações que envolvem o período da migração, o relacionamento que deveria contar com confiança mútua entre as partes e dúvidas operacionais, como procedimentos relativos à titularidade e inadimplência. Nesse momento, percebe-se que o componente 'Relacionamento com o cliente', do Modelo de Negócios recentemente proposto é fator determinante para os assinantes.

Quando questionados sobre a participação da Universidade como parte intermediadora do processo, as opiniões se dividiram. Aspectos negativos relevantes foram trazidos pelos representantes da OSC Misturaí, que esperava da Universidade um papel semelhante ao de avalista da operação e, por parte da Vila Flores, que sentiu a empresa ÉOS mais distante, ao invés de mais próxima. Os segmentos das entrevistas relativos à categoria **Universidade** estão expostos abaixo, na Figura 17.

Importante salientar que mesmo aqueles que trouxeram críticas à participação da Universidade veem a importância desta hélice no contexto, corroborando com o que apresentou a referência no segundo capítulo, de concentrar-se no interesse do social e na transferência do conhecimento dentro dos subsistemas, fomentando o desenvolvimento sustentável.

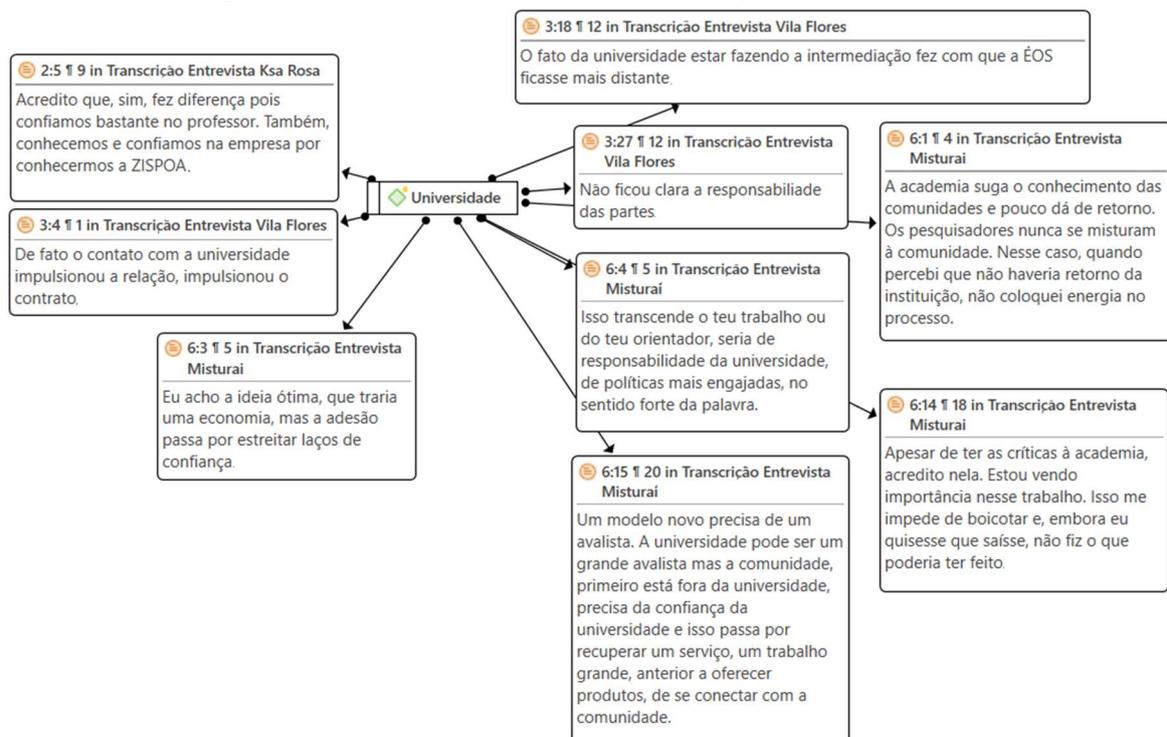
E, por fim, quando questionados se divulgaram ou se indicaram o modelo de negócios a integrantes de sua comunidade, apenas a Ksa Rosa o fez. Os demais resolveram aguardar o desenrolar do processo. Essa contribuição remete-nos ao modelo de Rogers, visto que a difusão de um modelo tem, por vezes, a 'Observação' e a 'Testabilidade' como fatores decisivos na adoção ou na rejeição de um produto, serviço ou inovação.

Figura 15 - Lacunas e dificuldades apontadas no processo de migração



Fonte: Elaborado pelo autor. Software de apoio ATLAS.ti

Figura 16 - Depoimentos relativos à participação da Universidade



Fonte: Elaborado pelo autor. Software de apoio ATLAS.ti

#### 4.4 PROPOSIÇÕES DE MELHORIAS

Durante as visitas de observação, a análise documental e as entrevistas foram devidamente anotadas, posteriormente categorizadas, as **Lacunas de Informações**, as **Dificuldades** e as **Sugestões**. Estas manifestações revelaram os aspectos considerados importantes pelos entrevistados, portanto os critérios que, quando atendidos, angariam aumento de assinantes.

As proposições a seguir visam contribuir com o modelo de negócios da ÉOS e com o crescimento de sua carteira de clientes. Em consequência deste movimento, tem-se a ampliação da participação da ESFV na matriz energética local e nacional.

**Tabela 5 - Proposições e Melhorias**

Critérios	Lacunas de Conteúdo	Evidências	Propostas	
Abordagem	Informações sobre a empresa / Informações sobre a ESFV por assinatura	"A gente nem entende como que chega pelo mesmo fio da CEEE" 2:11 ¶ 17 em Transcrição Entrevista Ksa Rosa "Sim, haviam muitas dúvidas ... sobre como funciona a geração da energia em outro lugar" 3:14 ¶ 10 em Transcrição Entrevista Vila Flores	Disponibilização de material via digital (ou impressa)	Visa transmitir solidez e segurança. Pode ser remetido digitalmente, antes da primeira visita, acompanhado de uma mensagem de apresentação da empresa ou ser apresentado ao cliente, no momento da visita (impresso, em tablet ou mídia similar). É ferramenta de apoio para sanar dúvidas que surjam, após os contatos iniciais. O conteúdo aprofunda informações sobre a empresa, o serviço de assinatura e as etapas do processo de migração.
Legalidade	Informações sobre a ESFV por assinatura	" Na época, a conta de luz estava muito cara, por envolver a bandeira vermelha e, quando perguntei sobre isso, a resposta não foi satisfatória, mas ... não insisti. "E quando a bandeira vermelha sair" 6:11 ¶ 13 em Transcrição Entrevista Misturai	Disponibilização de material via digital (ou impressa)	Visa diminuir a desconfiança. Informa ao consumidor as regras e diretrizes que amparam o serviço oferecido. Seu conteúdo aborda o que a lei exige e garante para a distribuição, geração de energia e o regime de créditos.
Benefícios Operacionais e Financeiros	Informações sobre a empresa / Informações sobre a ESFV por assinatura	"O cliente indica um ou vários endereços? Como é a mecânica do negócio?" 4:15 ¶ 22 em Transcrição Palestra Leonardo "A energia fornecida varia conforme a necessidade do consumidor?" 4:17 ¶ 29 em Transcrição Palestra Leonardo	Disponibilização de material via digital (ou impressa)	Visa descomplicar a mudança. Informa sobre as vantagens do sistema ofertado. Sugere-se: (1) destacar a possibilidade de atendimento de múltiplos endereços, desde que na mesma área de cobertura e a troca da titularidade realizada pela ÉOS apenas com o CPF/CNPJ do titular; (2) enfatizar as dispensas de área como telhados e terrenos, obras e/ou de troca de medidores, financiamentos, uso de instituições de crédito e fiadores, seguradoras e empresas de manutenção por parte do consumidor e (3) focar na economia financeira - mínimo 10% - que pode ser poupada, utilizada para investimento em outras áreas e/ou em contratações e para proteção contra a flutuação de preço de outros mercados. Convém apresentar memória de cálculos, com taxas e históricos e expor o procedimento simplificado de adesão/cancelamento.

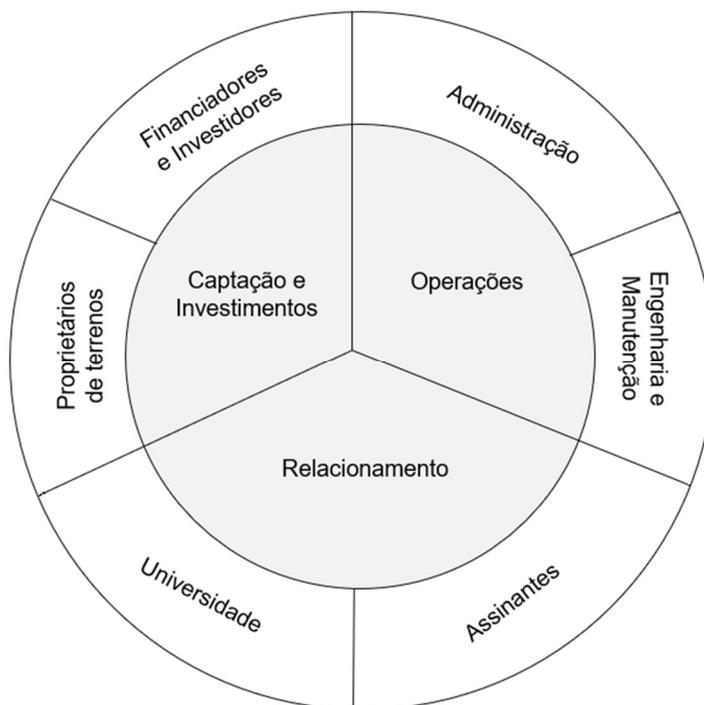
\*Continua na próxima página

Critérios	Lacunas de Conteúdo	Evidências	Propostas	
Benefícios ao Meio Ambiente	Informações sobre a ESFV por assinatura	<i>"Por sua característica, é uma energia muito favorável ao meio ambiente. Ela é muito ecológica, mas não pela intenção de ser ecológica, é, no geral, uma consequência de sua característica."</i> 5:10 ¶ 39 em Transcrição Entrevistas ÉOS	Disponibilização de material via digital (ou impressa)	Visa encorajar e promover a mudança. Informa a superioridade do sistema ofertado. Sugere-se destacar: (1) a redução de impacto ambiental da tecnologia proposta; (2) a possibilidade de reciclagem do material; (3) o uso de fonte renovável de energia e (4) um comparativo com as demais fontes menos sustentáveis. Convém evidenciar o cálculo dos créditos de carbono e mencionar a adoção de ESFV, em locais com IDH elevado.
Experencial	Informações sobre a ESFV por assinatura	<i>"Ele apresenta estudos e previsões mas não fica bem claro o que gera dúvida de assinar o contrato, receio de assinar ou de esperar um pouco mais e fazer um financiamento."</i> 3:17 ¶ 10 em Transcrição Entrevista Vila Flores	Disponibilização de vídeo de apoio	Visa transmitir credibilidade e demonstrar o sistema em funcionamento. Sugere-se apresentar casos de migração com depoimentos, evidenciando o antes e o depois, demonstrando sua experiência de migração e as vantagens operacionais, financeiras e ambientais percebidas.
Documental	Informações sobre a ESFV por assinatura	<i>"No contrato não parecia tão claro se estávamos comprando o equipamento (pois se fosse o caso, gostaríamos de ele instalado conosco), se estávamos alugando ou pagando pela energia que ele, implementado, gera."</i> 3:10 ¶ 10 em Transcrição Entrevista Vila Flores <i>"E, também, há uma lacuna em relação à amarração com a concessionária, pois você também não consegue saber, exatamente, o que haverá de retorno."</i> 3:16 ¶ 10 em Transcrição Entrevista Vila Flores	Alteração da cotação e/ou do contrato	Visa dar transparência e objetividade ao orçamento e ao contrato. Sugere-se modificações para evitar dúvidas sobre: (1) a assinatura e não a aquisição de material; (2) a economia gerada, ainda que com o recebimento de duas faturas; (3) as responsabilidades da ÉOS e da Distribuidora e (4) os prazos previstos para cada etapa do processo.
Serviço	Atendimento ao cliente	<i>"Mudar o modal de eletricidade não é tão interessante para quem já é desconfiado de tudo..."</i> 6:8 ¶ 9 em Transcrição Entrevista Misturai <i>"Essa parte com o cliente é bem importante."</i> 3:26 ¶ 12 em Transcrição Entrevista Vila Flores	Canal de mensagens / informação	Visa estreitar relações com o assinante. Sugere-se comunicados mensais ou quinzenais, além da fatura, sobre o status: (1) do serviço; (2) da migração; (3) da empresa e das fazendas e (4) dos investimentos em atualização e tecnologia feitos pela empresa.
Parcerias	Parceria com a Universidade	<i>"Não ficou clara a responsabilidade das partes..."</i> 3:27 ¶ 12 em Transcrição Entrevista Vila Flores <i>"Eu acho a ideia ótima, que traria uma economia, mas a adesão passa por estreitar laços de confiança..."</i> 6:3 ¶ 5 em Transcrição Entrevista Misturai	Canal de comunicação	Visa a validação e promoção da adoção de ESFV. Sugere-se um canal efetivo de comunicação da Universidade com as empresas e as comunidades, para divulgação de informação qualificada e acesso às novas tecnologias desenvolvidas nos laboratórios de pesquisa e incubadoras de negócios.

Fonte: Elaborado pelo autor. Software de apoio ATLAS.ti

Em relação à ausência ou à pequena quantidade de informações, por diversas vezes relatadas pelos participantes da pesquisa, elaborou-se a distribuição de atividades sugerida na gravura seguir.

O esquema propõe a distribuição das atividades realizadas pela ÉOS em três abrangentes operações, hipoteticamente denominadas de: Captação e Investimentos, Operações e Relacionamento. Nessa proposição, a ÉOS integra ao seu modelo, de maneira mais explicitada, a hélice da Universidade que não fora integral e devidamente percebida no modelo atual.

**Figura 17 - Proposição de Modelo de Operação**

Fonte: Elaborado pelo autor

## 5. CONCLUSÕES

Ao cumprir seu objetivo geral, de investigar a migração de um provedor convencional de energia para um de ESFV por assinatura, o presente documento contribui para os estudos de transição para a sustentabilidade, especialmente por investigar um campo ainda em implementação e desenvolvimento. Promove também uma melhor compreensão das vantagens e entraves à adesão à energia solar fotovoltaica por assinatura por atores incumbentes, o que pode ajudá-los a delinear estratégias mais eficazes para sua adoção.

Ao explorar, conforme proposto no primeiro objetivo específico, através de estudo de caso de um modelo de negócios que oferece ESFV por assinatura como o da ÉOS Energia, percebe-se que se trata de um modelo bastante flexível. A empresa pode trabalhar com variadas fontes de investimentos, ampla gama de proprietários de terrenos e diversificados parceiros de implementação. O assinante pode renovar, ampliar ou declinar do serviço, sem burocracias e interrupções, em curto espaço de tempo. O relacionamento e a constante comunicação entre as partes, cliente e fornecedor, neste caso representados pela empresa do estudo de caso e as unidades entrevistadas, é fator decisivo para a concretização e perenidade dos negócios.

Ao percorrer os três níveis propostos pela Perspectiva Multinível, cumprindo o objetivo específico de identificar os aspectos da transição para sustentabilidade do referido modelo, percebeu-se um panorama propício, interno e externo, ao desenvolvimento do modelo. Revelando-se um modelo democrático de acesso à energia solar fotovoltaica, possibilita que todos aqueles que desejam receber energia dessa origem sustentável assim o façam, inexistindo a premissa de possuírem permissões extraordinárias, tecnologia embarcada, investimento vultoso ou, sequer, propriedade. Os entraves que existem no momento da migração junto à distribuidora de energia, se persistirem, representam ameaça ao modelo, pois desestimulam àqueles que optam pela migração e retardam (ou interrompem) o faturamento de empresas que ofertam ESFV por assinatura, como é o caso da ÉOS Energia.

A visão dos entrevistados, advinda da categorização e análise das respostas, terceiro objetivo específico desse estudo, não estabelece barreiras quanto à tecnologia solar fotovoltaica. O convencimento do potencial assinante a realizar uma migração se dá através do estreitamento de laços de confiança entre ele e o

fornecedor, da adoção de uma comunicação clara e efetiva, assistência constante, conteúdo e explicações pertinentes.

Foi possível apreciar, nessa terceira etapa, a presença dos atores da hélice quádrupla interagindo num modelo simples, porém que ainda apresenta necessidade de aprimoramento para tratar de um fator global preocupante por vários aspectos, incluindo institucionais, econômicos, ambientais e de conscientização social. Chama-se atenção para uma melhor definição do papel que a Universidade pode exercer, na aplicação de conhecimento gerado a nível universitário na melhoria do cotidiano das comunidades.

Diante das lacunas detectadas durante o processo de realização desse estudo e das sugestões apresentadas pelos participantes, foi possível construir um quadro propositivo com alguns procedimentos e intervenções com o intuito de colaborar, atendendo ao quarto e último objetivo específico do presente estudo, o de identificar oportunidades e melhorias no modelo de negócio analisado.

Ao passo em que o modelo de energia solar por assinatura se aprimora, essa dedicação e atenção concentrada tende a acontecer e se converter em assinantes, indicações e maior engajamento dos grupos sociais, objetivos tão desejados por todos que promovem a ampliação das energias renováveis, em especial a energia solar fotovoltaica, na matriz energética.

As contribuições profissionais desse estudo estão evidenciadas na proposta de alteração do modelo operacional de negócio bem como naquelas constantes no quadro propositivo de sugestões e melhorias.

A presente dissertação, através de seu percurso, onde foram utilizadas dinâmicas teórico-práticas nas diferentes etapas, também contribuiu com um desenvolvimento metodológico amplo e detalhado a ser utilizado em pesquisas acadêmicas de escopo análogo ou no planejamento de negócios similares.

Para futuras pesquisas propõe-se: uma investigação sobre os efeitos da legislação aprovada em 2022, que instituiu nova tributação, no desenvolvimento do setor de ESFV por assinatura, uma pesquisa a respeito das mudanças percebidas na inclusão de fontes híbridas, solar e eólica, ao modelo desenvolvido ou, ainda, uma análise dos efeitos, no caso estudado, das melhorias propostas, uma vez que tenham sido acatadas.

## REFERÊNCIAS

- ABIGAIL Daniela, Hernández-López et al. **Does recycling solar panels make this renewable resource sustainable? Evidence supported by environmental, economic, and social dimensions**. Elsevier Sustainable Cities and Society, v. 77, 103539, 2022.
- ABSOLAR. Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **Ranking estadual da geração distribuída**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico>. Acesso em: fevereiro 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (BRASIL). **Sistema de Informações de Geração (SIGA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2022/energia-solar-centralizada-ultrapassa-pchs-na-matriz-energetica-brasileira>. Acesso em: agosto de 2022.
- \_\_\_\_\_. Seminário **“O Futuro do Consumidor de Energia Elétrica”**. Anais eletrônicos. São Paulo, maio de 2022.
- \_\_\_\_\_. **Resolução Normativa 482**, 17 abril 2012 e Resolução Normativa 1000, 7 dezembro 2021. Disponíveis em: <https://biblioteca.aneel.gov.br/Busca/Avancada>. Acesso em 18 abril 2022.
- AKARSU, Beyhan; GENÇ, Mustafa Serdar. **Optimization of electricity and hydrogen production with hybrid renewable energy systems**. Elsevier, Fuel, v. 324, p. 124465, 2022.
- ANUNCIÇÃO, Silvio. **Grupo purifica silício para fabricação de células solares**. Jornal da Unicamp, Campinas, junho 2012.
- BAIMA, Cesar. **Energia hidrelétrica brasileira é “limpa”? Depende**. Revista on-line Questão de Ciência. Instituto Questão de Ciência. São Paulo. Outubro de 2021. Disponível em: <https://www.revistaquestaoeciencia.com.br/dossie-questao/2021/10/12/mariz-energetica-brasileira-e-limpa-depender>. Acesso em: janeiro, 2022.
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO – BNDES (BRASIL). **A energia solar no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/energia-solar>. Acesso em: março de 2023.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução Luis Antero Reto. Almedina Brasil. São Paulo, Edição 70, 2016. Primeira edição em 1977.
- BARTH, T.D. **The idea of a green new deal in a Quintuple Helix model of knowledge, know-how and innovation**. International Journal of Social Ecology and Sustainable Development, v. 1, p.1-14, 2011.
- BAZELEY, Patricia. **Qualitative Data Analysis: Practical Strategies**. Londres: Sage Publicatins Ltd. 1ed. 444p. 2013.
- BENNETT, Nathan J. et al. **Just Transformations to sustainability**. Sustainability, v. 11, n. 14, p. 3881, 2019.
- BODGAN, R., BIKLEN, S.K. **Qualitative Research for education: An introduction to theory and methods**. 2ed. Boston, MA. Allyn & Bacon. 1992.

BONI, Valdete, QUARESMA, Sílvia J. **Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais**. Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC. 2. P. 68-80. 10.5007/18027. Jan-Jul 2005.

BRAGA, Renata P. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Elétrica. UFRJ. 80p. 2008.

BRASIL **LEI Nº 14.300**, de 6 de janeiro de 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: abril de 2022

CAJUEIRO, Roberta Liana Pimentel. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos: guia prático do estudante**. 3. ed. Petrópolis, RJ. Vozes. 2015.

CANAL SOLAR – **Notícias e Artigos sobre Energia Solar**. Disponível em <https://canalsolar.com.br>. Acesso em: janeiro 2022.

CÂNDIDO, Luís Felipe et al. **Transição para a Sustentabilidade no Setor da Construção: o papel do Building Information Modeling**. ANPAD on-line. XXIII Simpósio de administração da produção, logística e operações internacionais (SIMPOI), p.1-20, 2022.

CANDIDO, Marcos. **Energia solar por assinatura 'tipo Netflix' pode reduzir até 15% da conta**. ECOA / UOL Brasil. São Paulo. Agosto, 2022. Disponível em: <https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2022/08/10/energia-solar-por-assinatura-tipo-netflix-pode-reduzir-ate-15-da-conta.htm>. Acesso em: janeiro 2023.

CANTORNA, Ana I. Sinde; CASTRILLÓN, M<sup>a</sup> Isabel Diéguez; CANTO, Ana Gueimonde. **Difusión y adopción de nuevas tecnologías: propuesta de marco conceptual**. Revista de la Facultad de Derecho, n. 70, p. 269-292, 2007.

CAPRINO Monica P., GIACOMINO-FILHO Gino., GOULART Elias. **Difusão de Inovações: apreciação crítica dos estudos de Rogers**. Revista FAMECOS, Porto Alegre nº 33, p.41-45, agosto de 2007.

CARAYANNIS, E. G; BARTH, T. D; CAMPBELL, D. F. J. **The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation**. Journal of Innovation and Entrepreneurship, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2012.

CARRANÇA, Taís. **Como funciona energia solar por assinatura, que deixa conta de luz mais barata**. BBC News Brasil. São Paulo. Maio, 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-61415727>. Acesso em: outubro 2022.

CARSTENS Danielle D.S., CUNHA Sieglinde K. **Energia Solar no Brasil: um olhar da teoria da transição sociotécnica da inovação**. EnANPAD, 2017.

DANUNE, João. **O modelo de inovação da Quintupla Hélice: Aquecimento global como um desafio e um condutor para a inovação**, p.1-7, 2017.

DIVYA, A., ADISH, T. et al. **Review on recycling of solar modules/panels**. Elsevier Solar Energy Materials and Solar Cells, v. 253, 112151, 2023.

DUNNETT, Sebastian, HOLLAND, Robert A. et al. **Predicted wind and solar energy expansion has minimal overlap with multiple conservation priorities across global regions**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 119, n. 6, e2104764119, 2022.

EDP - Energias de Portugal. **Histórias EDP** - Disponível em: <https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/os-superpoderes-do-hidrogenio>. Acesso em: maio de 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Ministério Minas e Energia (BRASIL).

\_\_\_\_\_**ABCDEnergia**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: abril 2022.

\_\_\_\_\_**Balanco Energético Nacional (BEN): Ano base 2021**. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: novembro 2022

\_\_\_\_\_**Balanco Energético Nacional (BEN) Relatório Síntese 2022: Ano base 2021**. 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: novembro 2022

ESPOSITO, Alexandre Siciliano, FUCHS, Paulo Gustavo. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. Revista do BNDES, dezembro 2013.

FOSTER, J. B. **The Anthropocene Crisis**. Monthly Review, V. 68 4), p 1-6, setembro 2016.

GEELS, F. W. **From sectoral systems of innovation to socio-technical systems insishts about dynamics and change from sociology and institutional theory**. Research Policy, 33, 897-920. 2004.

GEELS, F. W., SCHOT, J. **Typology of sociotechnical transition pathways**. Research policy, 36(3), 399-417, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Primeira edição 1987.

HAMED, Tareq A.; ALSHARE, Aiman. **Environmental Impact of Solar and Wind energy - A Review**. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, v. 10, n. 2, p. 1-23, 2022.

HINO, Marcia, CUNHA, Sieglinde et al. **Transição sociotécnica na área de energia renovável de biogás na percepção de grandes players**. XXI Engema - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo, 2019.

IEA (AIE). International Energy Agency. **World Energy Outlook 2021**. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>. Acesso em: novembro 2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas Brasileiro De Energia Solar**. Enio Bueno Pereira, Fernando Ramos Martins, André Rodrigues Gonçalves, Rodrigo Santos Costa, Francisco J. Lopes de Lima, Ricardo Rüther, Samuel Luna de Abreu, Gerson Máximo Tiepolo, Silvia Vitorino Pereira, Jefferson Gonçalves de Souza, 2.ed., São José dos Campos, 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089> 80p.: il. (EBOOK) ISBN 9788517-000898

IRENA. International Renewable Agency. **Tracking SDG 7: The Energy Progress Report (2022)**. Disponível para download em <https://www.irena.org/publications/2022/Jun/Tracking-SDG-7-2022>. Acesso em: agosto 2022.

JONES, Geoffrey, BOUAMANE, Loubna. **Power from Sunshine: A Business History of Solar Energy**. Harvard Business School Working Paper, p.12-105, 2012.

JUNQUEIRA, Rafael Coelho; UTURBEY, Wadaed. **Valoração econômica de impactos ambientais da energia solar fotovoltaica: um estudo de caso**. Revista Brasileira de Energia Solar, v. 8, n. 1, p. 50-58, 2017.

KEMERICH, P. D. C., FLORES, C. E. B., BORBA, W. F., SILVEIRA, R. B., FRANÇA, J. R., LEVANDOSKI, N. **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**, Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v.20, n. 1, jan.-abr, p. 241-247, Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas UFSM - ISSN: 22361170, 2016.

KHARE, Vikas; NEMA, Savita; BAREDAR, Prashant. **Solar–wind hybrid renewable energy system: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, v. 58, p. 23-33, 2016.

KÖHLER, J., GEELS, F. W., KERN, F., Markard, J., ONSONGO, E., WIECZOREK, A., Alkemade, F. **An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions**. Environmental Innovation and Societal Transitions, 31, 1-32, 2019.

LOFLAND, J. **Analyzing social settings: A guide to qualitative observation and analysis**. Wadsworth Publishing. 1ed. 1971.

MACHADO, E.C.; de CAMPOS, S.A.P; de MOURA, G.L. **Transição para a Sustentabilidade e a Relação com a Teoria Institucional**. Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 7, n. 4, p. 5-28, 2022.

MARADIN, Dario. **Advantages and Disadvantages of Renewable Energy Sources Utilization**. International Journal of Energy Economics and Policy, p.176-183, 2021.

MARKARD; J.; RAVEN, R.; TRUFFER, B. **Sustainability Transitions: an emerging field of research and its prospects**. Research Policy, v. 41, pp. 955-967, 2012.

MINEIRO, Andréa et al. **Da hélice tríplice a quádrupla: uma revisão sistemática**. Revista Economia & Gestão, v. 18, n. 51, p. 77-93, 2018.

MOREIRA, Sonia Virgínia, DUARTE, Jorge, BARROS, Antônio. **Análise documental como método e como técnica. Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005.

ONU – Organização das Nações Unidas – Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>.

\_\_\_\_\_. **Marco de parceria das nações unidas para o desenvolvimento sustentável - Brasil 2017 – 2021**. Acesso em fevereiro 2022.

\_\_\_\_\_. **Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development - 2015**. Acesso em fevereiro 2022.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business models and their elements**. Position paper for the international workshop on business models, Lausanne, Switzerland. 2002.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves; MOVEMENT, T. **Inovação em modelos de negócios**. Alta Books. Rio de Janeiro, p.1-7, 2011.

PATTON, Michael Quinn. **Qualitative research and evaluation methods**. 3ª edição. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 688 p, 2002.

PEREIRA C.I., MOREIRA V.A, CARVALHO, A., ANDERLONI, V. N., SILVEIRA, D. **Inovação sociotécnica e multinível em energia solar: análise sistemática da literatura**. Revista Competitividade e Sustentabilidade, v. 8, n. 1, p. 34–55, 2021. Acesso em: 31 maio 2022.

PINHEIRO, Lucas de Paula Assunção. **Novos Negócios no Mercado de Distribuição de Energia no Brasil: Uma Proposta Estratégica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão. 2019.

PORTAL SOLAR. **Ambiente de Contratação Livre e Regulada de energia elétrica: o que é ACL e ACR?** Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/> Acesso em: abril 2022.

QUINAZ, Daniel Ricardo Simões. **Desenvolvimento do modelo de negócios aplicado ao caso das energias renováveis: Canvas aplicado à energia solar**. Dissertação de Mestrado. Universidade da Beira Interior. Covilha, Portugal. 2014.

RAI, V.; BECK, A. L. **Public perceptions and information gaps in solar energy in Texas**. Environmental Research Letters, Inglaterra, ID 074011, v. 10, n. 7, 2015.

REEVES, D. C.; RAI, V.; MARGOLIS, R. **Evolution of consumer information preferences with market maturity in solar PV adoption**. Environmental Research Letters, Inglaterra, ID 074011, v. 12, n. 7, 2017.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of Innovations**. 5ed. Nova York: Free Press, 2003. Primeira edição: 1962.

SAFARZYNSKA, K.; FRENKEN, K.; van den BERG, J. C. J. M. **Evolutionary theorizing and modeling of sustainability transitions**. Research Policy, v. 41, 2012.

SAMPAIO, João Alves et al. **Silício grau solar: uma revisão das tecnologias de produção**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 104p. 2019.

SAMPAIO Priscila G. V., GONZÁLEZ Mario O. A. **Photovoltaic solar energy: Conceptual framework**. Elsevier. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017.

SANTOS, ANDRÉ MORAES et al. **Ferramentas para extração e análise de informações em base de patentes: Uma aplicação para o modelo de helice quádrupla**. 2016.

SEBRAE. Sistema Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Como funciona a energia solar por assinatura? Entenda como a energia solar pode ser mais rentável e como ter uma assinatura de forma segura!** Disponível em: . Acesso em: outubro 2022.

SIGRIN, B.; PLESS, J.; DRURY, E. **Diffusion into new markets: evolving customer segments in the solar photovoltaics market**. Environmental Research Letters, Inglaterra ID 084001, v. 10, n. 8, ago. 2015

SILVA, Fernando R., SILVA Orlando R., LIMA, Fonttamara L., BASTOS, Wellington F. **Difusão da inovação tecnológica: um estudo sobre a difusão da energia elétrica fotovoltaica no Brasil**. Rev. Tecnol. Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 1-12, dez. 2019.

STÄHLER, P. **Business Models as an Unit of Analysis for Strategizing**. Proceedings of the 1st International Workshop on Business Models. 2002.

STATISTA. **Major countries in silicon production worldwide in 2022**. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/268108/world-silicon-production-by-country/#:~:text=China%20is%20the%20world's%20largest,tons%20in%20the%20same%20year>. Acesso em 08/03/2023.

TEIXEIRA, Marco Antonio Casadei; RAMOS, Heidy Rodriguez; AGUIAR, A. O. **Perspectivas de Novos Materiais Alternativos ao Silício para a produção de Células Solares**

**Fotovoltaicas: Uma Revisão Sistemática da Literatura.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 9, n. 71, p. 48-62, 2021.

TULAKOV, Ugli. **The Importance of Alternative Solar Energy Sources and the Advantages and Disadvantages of Using Solar Panels in this Process.** International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS) - Vol. 3 Issue 4, Pages: 60-64, April – 2019.

VALLÊRA António M., BRITO Miguel C. **Meio Século de História Fotovoltaica.** Gazeta de Física. Lisboa, p.10-15, 2006

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações.** São Paulo: Érica, 224p, 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de Casos: Planejamento e Métodos.** São Paulo: Editora Bookman, 2005.