

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - PPGA
DOUTORADO EM ADMINISTRAÇÃO**

LEANDRO MARCIO LANGOSKI

**A ESCOLHA DOS MODELOS DE SISTEMAS PRODUTO-SERVIÇO: UM ESTUDO
DE CASO NA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA**

São Leopoldo

2017

LEANDRO MARCIO LANGOSKI

**A ESCOLHA DOS MODELOS DE SISTEMAS PRODUTO-SERVIÇO: UM ESTUDO
DE CASO NA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. Iuri Gavronski

São Leopoldo

2017

LEANDRO MARCIO LANGOSKI

**A ESCOLHA DOS MODELOS DE SISTEMAS PRODUTO-SERVIÇO: UM ESTUDO
DE CASO NA GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Administração,
pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade do Vale do Rio dos
Sinos - UNISINOS.

Aprovado em 31 de julho de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Iuri Gavronski - UNISINOS

Profa. Dra. Amarolinda Zanela Klein – UNISINOS

Profa. Luciana Viera – FGV

Profa. Dra. Miriam Borchardt – UNISINOS

Prof. Dr. Giancarlo Medeiros Pereira - UNISINOS

L284e Langoski, Leandro Marcio

A escolha dos modelos de sistemas produto-serviço : um estudo de caso na geração de energia fotovoltaica / Leandro Marcio Langoski. - 2017.

111 f.

Tese (doutorado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Administração, 2017.

“Orientador Prof. Dr. Iuri Gavronski.”

1. Sistemas produto-serviço (PSS) 2. Energia fotovoltaica 3. Geração distribuída
4. Sustentabilidade

C.D.U.: 658.5

Este trabalho é dedicado à minha família – minha esposa Sueli; e meus filhos, Rafaela e Lorenzo.

Também dedico a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado forças, principalmente em um momento delicado em relação à minha saúde.

À minha família, especialmente minha esposa, com quem compartilhei as angústias do doutorado. Aos meus filhos, por relevarem os momentos de ausência.

Aos Professores do PPG em Administração da Unisinos, em especial ao Professor Orientador, Dr. Iuri Gavronski.

À URI Erechim – Direção e colegas do Curso de Administração.

Aos meus colegas do Doutorado, pela convivência.

A todas as empresas e pessoas que disponibilizaram seu tempo para responder as entrevistas.

E a todas as pessoas que me auxiliaram neste momento...

Obrigado!

“A maior riqueza é a saúde.”

Ralph Waldo Emerson (1803-1882) – escritor e filósofo

RESUMO

Este trabalho aborda os Sistemas Produto-Serviço (PSS), uma estratégia de inovação com o propósito de integrar produto e serviço visando atender as necessidades do cliente e reduzir os impactos ambientais. O objeto empírico é a geração de energia fotovoltaica, e, utilizando-se do estudo de caso, trabalha-se com dois tipos de PSS: o orientado ao produto e o orientado ao uso. Com a REN 482/2012, a ANEEL permitiu a geração distribuída, ou seja, uma residência, indústria ou comércio pode gerar a sua própria energia. A tese analisa como ocorre a escolha de um PSS na geração de energia fotovoltaica. Para isso, três atores são investigados: distribuidoras de energia elétrica, empresas que comercializam equipamentos de geração de energia FV e os consumidores (pessoa jurídica). Alguns itens são debatidos nas análises, como as táticas de implementação de um PSS (contratos, *marketing*, *design* de produto e serviço, e rede de atores), sustentabilidade e a cadeia da energia elétrica no Brasil. Os resultados apontam que novidades tecnológicas, equipamentos de longa duração e o modelo de mercado tradicional podem influenciar na escolha de um PSS e, assim, determinar o modelo de negócio.

Palavras-chave: Sistemas Produto-Serviço (PSS); Energia Fotovoltaica; Geração Distribuída; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This thesis approaches the Product-Service Systems (PSS), an innovation strategy with the purpose of integrating product and service in order to meet customer needs and reducing environmental impacts. The empirical object is the generation of photovoltaic energy, and, by using the case study, works with two types of PSS: the product-oriented and the use-oriented. With REN 482/2012, ANEEL allowed the distributed generation, that is, a residence, industry or enterprise can generate their own energy. The thesis analyzes how to choose a PSS in the generation of photovoltaic energy. For this, three parties are investigated: electric power distributors, companies that sell PV power generation equipment and consumers (legal entity). Some items are discussed in the analysis, such as the tactics of implementing a PSS (contracts, marketing, product and service design, and network of the actors), sustainability and the electric energy chain in Brazil. The results indicate that technological innovations, long-term equipment and the traditional market model can influence the choice of a PSS and, thus, determine the business model.

Key-words: Produc-Service Systems (PSS); Photovoltaic Energy; Distributed generation; Sustainability.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CNPJ - Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica

COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

CONFAZ - Conselho Nacional de Política Fazendária

EE - Eficiência Energética

FV - Fotovoltaico

GO - Gestão de Operações

GSCM - *Green Supply Chain Management*

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços

kVA - Quilovolt-ampere

kWh - Quilowatt-hora

PIS - Programa de Integração Social

PRODIS - Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional

PSS - Sistemas Produto-Serviço

REN - Resolução Normativa

RGE - Rio Grande Energia

RSE - Responsabilidade Social Corporativa

SC - *Supply Chain*

TBL - *Triple Bottom Line*

WCDE - Comissão Mundial do Meio Ambiente

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Matriz Energética Mundial	51
Tabela 4.2 - Matriz Energética Brasileira	52
Tabela 4.3 - Matriz Elétrica Brasileira	52
Tabela 4.4 - Empreendimentos Geradores de Energia Elétrica no Brasil	61
Tabela 4.5 - Número de Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica e Origem de seu Capital	62
Tabela 5.1 - Municípios e o Número de Clientes Atendidos pela Distribuidora D2..	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Definição de Sistemas Produto-Serviço	21
Quadro 2.2 - Benefícios do PSS	26
Quadro 2.3 - Barreiras do PSS	27
Quadro 2.4 - Sustentabilidade no PSS	40
Quadro 3.1 - Informações das Entrevistas da Pesquisa	48
Quadro 4.1 - Fluxo para os Procedimentos para Acesso a Mini e Microgeração Distribuída	57
Quadro 5.1 - Quadro-resumo das Análises do PSS Orientado ao Produto e do PSS Orientado ao Uso	87

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 2.1 - Classificação do PSS	24
Figura 2.2 - <i>Framework</i> Teórico da Pesquisa	42
Figura 3.1 - Etapas da Pesquisa	46
Gráfico 4.1 - Número de Instalações de Geração Fotovoltaica no Brasil	53
Gráfico 4.2 - Número de Instalações de Geração Fotovoltaica por Estado	54
Gráfico 4.3 - As 10 cidades que mais possuem Sistemas Fotovoltaicos	55
Figura 4.1 - Cadeia da Indústria da Energia Elétrica no Brasil	60
Figura 5.1 - Nova Cadeia da Indústria da Energia Elétrica no Brasil com a REN 482	84
Figura 5.2 – Simulando a nova cadeia da indústria da energia com as distribuidoras gerando e comercializando energia.....	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	15
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 ESTRUTURA DA TESE	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 SISTEMAS PRODUTO-SERVIÇO	20
2.1.1 Benefícios do PSS	25
2.1.2 Barreiras do PSS	26
2.1.3 Implementação do PSS	28
2.2 SUSTENTABILIDADE	38
2.3 <i>FRAMEWORK</i> TEÓRICO	41
3 METODOLOGIA.....	44
3.1 MÉTODO DE PESQUISA.....	44
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	45
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	48
4 CONTEXTUALIZANDO A ENERGIA FOTOVOLTAICA	50
4.1 ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL.....	51
4.2 GERAÇÃO DE ENERGIA FOLOVOLTAICA NO BRASIL.....	55
4.2.1 Os impostos na geração de energia.....	58
4.3 A CADEIA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL.....	59
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	63
5.1 DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA	63
5.2 EMPRESAS QUE COMERCIALIZAM O SISTEMA DE GERAÇÃO FV.....	66
5.3 CONSUMIDORES QUE INSTALARAM O SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA	68
5.4 BENEFÍCIOS E BARREIRAS DO PSS PARA OS ATORES	70
5.5 ANÁLISE DAS TÁTICAS NA IMPLEMETAÇÃO DO PSS	71
5.5.1 As táticas no PSS orientado ao produto.....	72
5.5.2 As táticas no PSS orientado ao uso	76
5.6 ANÁLISE CRUZADA DOS CASOS.....	77

6 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS	88
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
7.1 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO.....	95
7.1.1 Contribuições Teóricas.....	95
7.1.2 Contribuições Gerenciais.....	96
7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	96
7.3 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	97
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICES	105

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por energia é uma realidade que tem se apresentado em um contexto mundial, principalmente devido à industrialização, ao crescimento da população e à melhoria no padrão de vida das pessoas. A Agência Internacional de Energia (IEA) estimou que os países em desenvolvimento estão aumentando seu consumo de energia em ritmo mais rápido do que os desenvolvidos e exigirão quase o dobro de sua capacidade de geração instalada atual até o ano de 2020 para atender sua demanda de energia (PANDEY et al., 2016; IEA, 2017).

Grande parte dessa energia é proveniente de uma matriz não renovável, e principalmente de combustíveis fósseis, tais como petróleo, gás natural e carvão mineral. Entretanto, fontes renováveis têm surgido desde a crise do petróleo na década de 1970, sendo que uma delas é a energia fotovoltaica. No Brasil é algo bem recente, pois mais precisamente em 2012 ela começa ser difundida como uma maneira de gerar energia elétrica em residências, na indústria e no comércio.

Com a regulamentação e permissão pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), a geração distribuída passa a ser um novo mercado para geração de energia e, a partir disso, há o surgimento de empresas interessadas em comercializar estes equipamentos e promover o desenvolvimento da energia limpa.

No final da década de 1990 surge um modelo de negócio chamado de Sistemas Produto-Serviço (PSS), como uma estratégia de inovação com o propósito de integrar produto e serviços visando atender as necessidades do cliente e reduzir os impactos ambientais na cadeia (GOEDKOOOP et al., 1999; MANZINI; VEZZOLI, 2003). A indústria e os provedores de serviços começam a planejar ações sustentáveis para melhorar o desempenho econômico, ambiental e social.

Este trabalho estuda dois modelos de PSS – o orientado ao produto e o orientado ao uso –, para analisar como ocorre a escolha desses modelos de negócio na geração de energia fotovoltaica (FV). Trata-se de um estudo de caso de caráter qualitativo que investiga três atores responsáveis pela geração distribuída: distribuidoras de energia elétrica, empresas que comercializam equipamentos de geração de energia FV e os consumidores (pessoa jurídica).

A seguir se contextualiza o estudo, definindo a questão de pesquisa e os seus objetivos, bem como a justificativa para o estudo.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Uma mudança está acontecendo nos negócios tradicionais, e é notória a linha divisória entre fabricantes e empresas de serviços. Desde a década de 1980, uma transição tem sido reconhecida a partir de uma ênfase na fabricação de produtos para a prestação de serviços. No início, o *marketing* tratou esse assunto como “servitização” e, mais tarde, já no fim dos anos 1990, Goedkoop et al. (1999) criou o termo PSS (Sistemas Produto-Serviço), em uma referência à combinação de produtos e serviços para reduzir o impacto ambiental. As soluções integradas (produto + serviço) permitiram aos fabricantes um ganho financeiro quando se adicionou o serviço como mais um diferencial além do produto comercializado.

Os sistemas produto-serviço (PSS) são uma proposta de negócio para conduzir os atuais padrões de produção e consumo a um nível de sustentabilidade, buscando benefícios econômicos, ambientais e sociais. O PSS é um tipo específico de estratégia em que uma empresa (ou rede) oferece para (ou coproduz com) os seus clientes. É uma mistura de produtos tangíveis e serviços intangíveis projetados e combinados de modo que, em conjunto, são capazes de satisfazer as necessidades dos consumidores finais (MANZINI; VEZZOLI, 2003; AURICH; FUCHS; WAGENKNECHT, 2006; SOUSA; MIGUEL, 2015).

O PSS é uma integração de produtos e serviços em uma oferta de funcionalidade para os clientes. Pode ser visto como um modelo de negócio que tipicamente implica uma mudança de propriedade e controle do produto do cliente para a organização que fornece o PSS. Essa combinação de produtos e serviços pode ser projetada para satisfazer as necessidades dos clientes em comparação com uma oferta de produtos físicos (BEUREN; GOMES FERREIRA; CAUCHICK MIGUEL, 2013; BOEHM; THOMAS, 2013; TUKKER, 2015). O PSS recebeu a seguinte classificação: orientado ao produto, orientado ao uso e orientado ao resultado. O modelo a ser utilizado depende do produto e da estratégia da empresa para atuar no mercado (MANZINI; VEZZOLI, 2003; TUKKER; TISCHNER, 2006; BARQUET et al., 2013).

Com a adoção do PSS as empresas não vendem mais somente um produto, mas adicionam o serviço ao produto. Isso altera o modelo de produção tradicional, a maneira de comercializar um produto e o seu sistema de consumo (MANZINI; VEZZOLI, 2003; LEE et al., 2012). Quando for bem concebido, um PSS pode oferecer um incentivo econômico e concorrencial para as partes envolvidas, buscando uma adoção de melhorias contínuas na gestão sustentável dos recursos (VEZZOLI et al., 2012).

A implantação de um PSS requer mudanças fundamentais no comportamento e práticas que são implementadas por indivíduos, grupos, comunidades de negócios, atores políticos e sociedade em geral. Assim, o PSS exige o envolvimento de atores que, juntos, desenvolverão determinado produto/serviço. Ele muda o foco do produto para uma maior agregação de valor aos clientes por meio da prestação de serviços, com menos impacto ambiental, mas sem comprometer as necessidades dos clientes. As empresas estão notando a mudança, e tornando-se prestadores de serviços. Nesse contexto, a General Electric foi, historicamente, uma fabricante, mas os serviços representam mais de 85% das vendas. A Dell é uma fabricante de computadores, mas a sua maior rentabilidade vem de suas operações de serviços (GOEDKOOOP et al., 1999; MANZINI; VEZZOLI, 2003; MONT; LINDHQVIST, 2003; YOON; KIM; RHEE, 2012).

Em se tratando de PSS na geração de energia, é possível citar alguns exemplos, como os sistemas de aquecimento solar, estufas industriais para produção de alimentos, veículos elétricos e os painéis solares fotovoltaicos (ÖVERHOLM, 2017). A preocupação com consumo de energia na indústria e nas residências tem se destacado na literatura (BELAID; GARCIA, 2015; CHANDEL; SHARMA; MARWAHA, 2016). Se as residências e a indústria demandarem cada vez mais energia, e esta oferta for insuficiente, pode-se afetar o desenvolvimento econômico e social. Sabe-se que o custo da energia tem crescido, afetando muitos consumidores, mas que tecnologias de geração de energia têm surgido para auxiliar tanto no aspecto econômico quanto no ambiental (RAI; REEVES; MARGOLIS, 2016).

Uma das tecnologias que tem sido implantada para a geração de energia na indústria e residências é o sistema solar fotovoltaico, o qual, nos últimos anos, foi beneficiado com a diminuição nos custos do sistema, o que proporcionou a acessibilidade de sua instalação, podendo ser considerado um PSS.

Poucos estudos têm abordado o PSS na geração de energia FV, e debatem a formação de alianças entre empresas para o desenvolvimento de indústria de serviços solares e a criação de PSS para geração de energia nos países em desenvolvimento, onde não há conexão com redes, sofrendo-se com a falta de energia e apagões (FRIEBE; FLOTOW; TÄUBE, 2013; ÖVERHOLM, 2015a, 2015b; ÖVERHOLM, 2017). No Brasil, a geração FV é recente, e começou com a Resolução 482, de 17 de abril de 2012, da ANEEL, que definiu as regras para a geração de energia por esse sistema. Os modelos de negócios não são maduros, e as empresas estão estudando, bem como aperfeiçoando, estratégias para oferecer o PSS aos consumidores.

Existem três modalidades de PSS. Entretanto, não há na literatura explicações sobre a escolha do tipo de PSS. O objeto empírico do presente trabalho é o sistema de geração de energia FV, que encontra-se em uma fase inicial, com menos de cinco anos de implementação e perspectivas de crescimento. Esse sistema de geração de energia, dentre as possibilidades para análise de escolha do PSS, mostrou-se, em uma avaliação preliminar, como o mais adequado para responder à questão de pesquisa deste trabalho, que é:

Como se dá a escolha de um PSS na geração de energia fotovoltaica?

Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa é analisar os modelos de PSS em energia fotovoltaica no contexto brasileiro.

Para atingir o objetivo geral, três objetivos específicos são propostos:

- 1) Identificar os atores envolvidos em um PSS na geração de energia fotovoltaica;
- 2) Analisar as táticas utilizadas na implementação do PSS;
- 3) Discutir as barreiras, benefícios e riscos do PSS na geração de energia fotovoltaica;
- 3) Analisar as contribuições da escolha do PSS na sustentabilidade dos atores envolvidos.

A seguir apresenta-se a justificativa.

1.2 JUSTIFICATIVA

As tendências atuais da indústria e do comércio são buscar soluções específicas para os clientes. E uma delas é a integração de produtos e serviços, com o intuito de alcançar uma vantagem competitiva e se destacar no mercado como inovador e preocupado com soluções sustentáveis. Essa combinação de produtos e serviços leva a um maior benefício ao cliente, e tem sido chamada de PSS (MONT; TUKKER, 2006; SCHUH et al., 2016).

É neste contexto – tendo a sociedade cada vez mais preocupada com o meio ambiente e a sustentabilidade, e as empresas buscando mostrar a essa sociedade que ela pode fazer algo – é que se desenvolve este trabalho. O PSS é um modelo de negócios preocupado com um futuro mais promissor, com produtos e serviços personalizados e diferenciados. É um assunto com pouco mais de uma década de estudo, mas que reserva muitas análises para o seu desenvolvimento teórico e prático (BAINES et al., 2007; REIM; PARIDA; ÖRTQVIST, 2015).

E para buscar relacionar empiricamente aos modelos de PSS, trabalhou-se com a geração de energia fotovoltaica, que em alguns mercados, como Estados Unidos, Alemanha e China, está avançada, mas no Brasil é recente, com menos de cinco anos em que foi permitida

a comercialização de equipamentos para geração de energia e ligação ao sistema nacional de energia elétrica.

E como a energia elétrica está ficando cada vez mais cara para os consumidores, faz-se necessário buscar alternativas mais econômicas para gerar energia, e a geração distribuída pode ser uma dessas opções. Assim, o desafio é superar obstáculos e desenvolver este mercado promissor e que ainda precisa de conhecimento e pesquisa.

A tese versa sobre um PSS na geração de energia fotovoltaica, e busca identificar os atores envolvidos, bem como os benefícios, barreiras e riscos para o seu desenvolvimento. Analisando as táticas utilizadas na implementação de um PSS defende-se algumas constatações para a escolha de um PSS na energia fotovoltaica.

Como contribuição teórica apresenta-se argumentos para definir qual tipo de PSS é indicado levando-se em consideração aspectos de produto/serviço, atores e o mercado. E uma das contribuições práticas é que a cadeia da indústria da energia elétrica no Brasil tem se desenvolvido muito em termos de PSS a partir da REN 482 que permite a geração distribuída de energia elétrica no Brasil.

O item a seguir apresenta a estrutura da tese.

1.3 ESTRUTURA DA TESE

O trabalho está estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo contextualiza o estudo e, em seguida, aborda a questão de pesquisa, seus objetivos, justificativa e a estrutura da tese.

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico, que relata o conceito de PSS, os modelos que a literatura reconhece, e as táticas para a implementação desse modelo de negócio. O capítulo seguinte trata da metodologia da tese, explicando os procedimentos e etapas para a realização da pesquisa.

No quarto capítulo aborda-se a geração fotovoltaica, buscando relatar sua evolução, dados estatísticos, o seu desenvolvimento e a cadeia de energia elétrica no Brasil. Posteriormente, apresenta-se a análise dos resultados, abordando os atores da geração distribuída no Brasil e a análise dos casos estudados: PSS orientado ao produto e PSS orientado ao uso.

A discussão dos resultados é abordada no capítulo seis, em que se busca refletir teoricamente a respeito da escolha de um PSS na geração de energia fotovoltaica. E, no último capítulo, busca-se trazer as contribuições do estudo, as limitações do trabalho e as sugestões para futuras pesquisas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico aborda Sistemas Produto-Serviço e seus tipos. Posteriormente, menciona os benefícios, riscos e as táticas para a implementação de um PSS. E, para finalizar, aborda sustentabilidade no PSS e apresenta um *framework* do referencial teórico do presente trabalho.

2.1 SISTEMAS PRODUTO-SERVIÇO

Os sistemas produto-serviço (PSS) são uma oportunidade competitiva para as empresas, em que se aplicam estratégias de inovação, deslocando o foco de negócio da concepção de produtos físicos para a concepção de um sistema de produtos e serviços que, em conjunto, são capazes de cumprir exigências específicas do cliente. O propósito do PSS é explorar melhor os benefícios potenciais de integração de desenvolvimento de produtos com serviços relacionados. Também, propõe-se um *mix* de inovações, com o objetivo de mover a sociedade em direção a futuros mais sustentáveis (WU et al., 2016; CATULLI; COOK; POTTER, 2017). Seu objetivo final é melhorar a rentabilidade e a competitividade de uma empresa, bem como satisfazer as necessidades dos clientes, minimizando o impacto ambiental (MANZINI; VEZZOLI, 2003; NGAI et al., 2012).

A origem do PSS se deu no final dos anos 1990, no norte da Europa, tendo como precursor um trabalho de Goedkoop et al. (1999), que salientaram a preocupação com o impacto ambiental. Esse relatório foi encomendado pelos Ministérios do Meio Ambiente e Assuntos Econômicos da Holanda. Posteriormente, foi tema de estudo na Escandinávia, Países Baixos, Itália e difundido em outros lugares (BAINES et al., 2007).

Um dos principais elementos de um PSS é a satisfação do cliente (tanto para negócios, quanto para o usuário final), que vem da venda de um serviço em vez de fornecer um produto. Baseia-se em uma nova interpretação do conceito do produto, que passa do produto como resultado físico de um processo industrial de produção para uma integração produto-serviço, com finalidade de atender a demanda dos clientes (MANZINI; VEZZOLI, 2003). O interesse fundamental é produzir sinergias entre lucro, competitividade e benefícios ambientais (GOEDKOOP et al., 1999; BAINES et al., 2007; CAVALIERI; PEZZOTTA, 2012).

No quadro a seguir são abordados os conceitos elaborados por alguns autores para definir PSS:

Quadro 2.1 - Definição de Sistemas Produto-Serviço

Autor	Definição
Goedkoop et al. (1999)	É um sistema de produtos, serviços, redes de envolvidos e infraestrutura de apoio que continuamente se esforçam para ser competitivos, satisfazer as necessidades dos clientes e ter um menor impacto ambiental do que os modelos tradicionais de negócios.
Mont (2002)	Um conjunto comercializável de produtos e serviços capazes de atender as necessidades de um usuário. A relação produto-serviço neste conjunto pode variar, tanto em termos de cumprimento da função quanto de valor econômico. Assim, os modos mais intensivos de uso de produtos tradicionais são substituídos pela possibilidade de satisfazer as necessidades dos consumidores através da prestação de serviços mais desmaterializados, que também são frequentemente associados a mudanças na estrutura de propriedade.
Tukker e Tischner (2006)	PSS é uma mistura de produtos tangíveis e serviços intangíveis concebidos e combinados de forma a serem conjuntamente capazes de satisfazer as necessidades dos clientes finais.
Baines et al. (2007)	É uma oferta de produtos e serviços integrados que oferece valor em uso. O PSS oferece oportunidade de dissociar o sucesso econômico do consumo de materiais e, conseqüentemente, reduzir o impacto ambiental da atividade econômica.
Tuli; Kohli; Bharadwaj (2007)	Um conjunto de processos relacionais entre fornecedor e cliente que compreende (a) definição de requisitos dos clientes, (b) personalização e integração de bens e/ou serviços, (c) sua implantação, (d) e o suporte ao cliente pós-implantação, todos os quais visando atender as necessidades dos clientes.
Boehm; Thomas (2013)	PSS é um pacote integrado de produtos e serviços que visa criar utilidade e geração de valor ao consumidor.

Fonte: Autor

As definições mais citadas na literatura sobre o PSS têm como autores Baines et al. (2007), Goedkoop et al. (1999) e Mont (2002). Estes autores destacam os seguintes elementos fundamentais do PSS: os principais objetivos do PSS são a diferenciação na oferta ao cliente e a redução do impacto ambiental causado pelo aumento do consumo; o PSS representa uma

oportunidade de mudar de venda de produtos para venda de soluções por meio da utilização desses produtos.

Para o autor deste trabalho, o PSS é um modelo de negócios que possibilita melhorias significativas na produtividade dos recursos, com o objetivo de atender as necessidades dos clientes, e que pode melhorar os impactos ambientais, econômicos e sociais. É buscar inovações em produtos e serviços e demonstrar que é possível aplicar a sustentabilidade nos negócios.

Tukker (2004) desenvolveu uma classificação para o PSS, que é aceita pela academia (MANZINI; VEZZOLI, 2003; TUKKER; TISCHNER, 2006; BARQUET et al., 2013):

- Serviço orientado ao produto: vende-se um produto físico e este vem com serviços extras promovidos pelos provedores do PSS; o consumidor adquire o produto, e também utiliza os serviços que a empresa oferece acrescentando valor ao produto. Pode-se citar como exemplos contratos de venda de produtos, manutenção e consultoria. Ainda serviços de pós-venda que visam garantir funcionalidade e durabilidade do produto – reparo, reutilização, reciclagem e treinamento (AURICH; MANNWEILER; SCHWEITZER, 2010; BARQUET et al., 2013).

Neste modelo, o foco permanece principalmente na venda de um produto, e com ele serviços extras. Os direitos de propriedade sobre os produtos são transferidos para o cliente e o fornecedor é responsável pelos serviços acordados (TUKKER, 2004; BAINES et al., 2007; AZARENKO et al., 2009).

O modelo orientado ao produto é baseado principalmente na oferta de produto, porém com as responsabilidades do fornecedor, buscando uma adição de valor que aumentaria a taxa do produto em uso. Para a indústria não há muita diferença entre o cenário tradicional e o orientado ao produto, pois, em ambos os casos, o cliente tem todos os direitos de uso do equipamento. O que pode ocorrer é um acordo de manutenção com o fornecedor ou uma empresa de manutenção, independente para prestar-lhe um serviço (TUKKER; TISCHNER, 2006; AZARENKO et al., 2009; YOON et al., 2012; BEUREN et al., 2013).

Este modelo representa um cenário de relação atual entre um fornecedor e os clientes. O que se pode salientar é que tanto para os clientes quanto para os fornecedores este modelo aparece como o mais familiar, uma vez que utiliza, basicamente, conhecimento e experiência que tem sido adquirida por muitos anos. O fornecedor pode usar o modelo comercial tradicional (produto/preço) e agregar valor por ações adicionais. O fornecedor perde os direitos de propriedade do equipamento e, portanto, não pode monitorar e controlar. No entanto, o fornecedor deve ter o programa de manutenção para garantir a utilização do

equipamento durante um determinado período de tempo. Além disso, pode haver um acordo de retorno do produto quando o produto atinge o ponto de fim de vida útil (BAINES et al., 2007; AZARENKO et al., 2009; REIM et al., 2015).

- Serviço orientado ao uso: nesta perspectiva o fornecedor não vende o produto físico, mas o torna disponível sob locação ou acordo de arrendamento. O produto é de propriedade do seu fabricante ou empresas, que vende uso ou funções do produto por *leasing*, compartilhamento ou aluguel. O PSS maximiza o uso do produto, estendendo o seu ciclo de vida e a reutilização de materiais (TUKKER, 2004; TUKKER; TISCHNER, 2006; BAINES et al., 2007).

Nesta classificação verifica-se claramente que o produto, enquanto ainda central, não é vendido ao cliente, mas o seu uso ou disponibilidade é garantida por um determinado período, no qual o fornecedor é pago periodicamente. A propriedade do produto não é transferida para o cliente, e os riscos e responsabilidades do prestador de serviços aumentam em comparação ao modelo de serviço orientado ao produto (MONT; TUKKER, 2006; BAINES et al., 2007; MEIER; VÖLKER; FUNKE, 2011).

Se a responsabilidade do prestador do PSS aumenta, este vai preferir desenvolver produtos que utilizem materiais de longa duração e oferecer serviços para manter seus produtos em boas condições de trabalho pelo maior tempo possível (TUKKER, 2004; BAINES et al., 2007).

O modelo orientado ao uso focaliza a oferta de serviços e a demarcação de responsabilidades e insinua um desempenho de tarefas mais eficiente, já que o fornecedor está disposto a fornecer um serviço abrangente e a diminuir o custo de funcionamento do sistema global. Tanto fornecedor quanto cliente tem interesse em reduzir as despesas do sistema global, e estão empenhados na realização do mesmo objetivo – atender suas necessidades (MONT, 2002a; TUKKER; HALEN, 2003; AZARENKO et al., 2009; SPRING; ARAUJO, 2009)

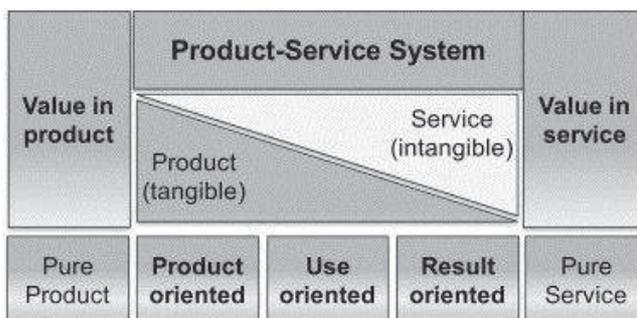
- Serviço orientado para o resultado: o comprador não adquire o produto físico, mas o seu serviço, como, por exemplo, o serviço de impressão ou cópias. Também é exemplo a terceirização, em que a empresa decide passar um setor para outra organização, dedicando-se ao seu *core business*. Outro exemplo são os serviços de limpeza, em que não existe produto(s) físico(s), mas resultados esperados (TUKKER, 2004; YOON et al., 2012).

Nesta perspectiva orientada para os resultados de modelos de negócios PSS, um fornecedor se compromete a fornecer determinado resultado e não um produto ou serviço específico. Não se paga por um produto específico, mas para o resultado contratado, e o fornecedor é totalmente responsável, bem como são seus os direitos de propriedade (BAINES et al., 2007; REIM et al., 2015).

No PSS orientado a resultados, o fornecedor concorda com o cliente em entregar o resultado com recursos humanos e materiais muito menores. Neste cenário pretende-se fornecer um resultado funcional da utilização do próprio equipamento ou do serviço. Então, ocorre uma alteração nos papéis do fornecedor e do cliente no sistema tradicional, pois o fornecedor entrega um resultado através de um produto (que é de sua propriedade) e o cliente paga apenas pelos resultados (MONT; TUKKER, 2006; AZARENKO et al., 2009; BARQUET et al., 2013).

Na Figura 2.1 é representada a classificação do PSS proposta por Tukker (2004).

Figura 2.1 - Classificação do PSS



Fonte: Tukker (2004)

Verifica-se que no PSS orientado ao produto se valoriza muita a aquisição do bem tangível (valor está no produto), mas obviamente o serviço estará presente, e será um diferencial. Quanto ao PSS orientado ao resultado, tem-se o oposto, a valorização do serviço (bem intangível). E no PSS orientado ao uso procura-se satisfazer o cliente com um produto que não será adquirido, mas cedido para o uso.

O que se apresentou são modelos de negócios e dão uma ideia para as empresas de como um PSS pode ser pensado. Modelo de negócio é uma ferramenta que serve para representar como se planejou uma organização e a comunicação de suas escolhas. Nele se descreve como uma empresa cria, entrega e captura valor com base em suas escolhas estratégicas. Ele diminui a complexidade lógica de um negócio, fornecendo uma visão de

como uma empresa pode criar valor a partir de seus recursos e implementar a sua estratégia (AZARENKO et al., 2009; RICHTER; SADEK; STEVEN, 2010; BARQUET et al., 2013, 2016).

2.1.1 Benefícios do PSS

O PSS apresenta benefícios para consumidor, fornecedor, meio ambiente e a sociedade em uma variedade de formas, atingindo ambos os lados da cadeia de valor (clientes e empresas). Tem o potencial de melhorar continuamente o processo por meio do aumento da competitividade através de alianças estratégicas entre aqueles que produzem e aqueles que consomem (KRUCKEN; MERONI, 2006; BAINES et al., 2007; TAN et al., 2010). Os autores enfatizam, ainda, que além de fortalecer alianças entre as partes envolvidas no negócio, seu objetivo é reforçar a sustentabilidade, minimizando, assim, os problemas para o meio ambiente e a sociedade.

Alguns benefícios são apontados para os clientes, tais como: mais oferta personalizada, novas funcionalidades, o serviço torna-se flexível, personalizado, com vantagens de qualidade em produtos e serviços, e a satisfação, contínua (BAINES et al., 2007; AURICH et al., 2010). Quanto ao fornecedor, pode-se citar como benefícios: uma lealdade mais elevada e confiança do cliente, redução de custos e recursos, maximização dos resultados, potencial de inovação, e conhecimento gerado durante o processo de desenvolvimento são vendidos como serviços de consultoria e formação (AURICH et al., 2010; MITTERMAYER; NJUGUNA; ALCOCK, 2011).

No ambiente tem-se a redução do consumo por meio de alternativas de uso do produto. Também, a redução do desperdício ao longo da vida do produto, em que o fornecedor é responsável pelo retorno dos produtos (logística reversa). E para a sociedade os benefícios podem estar relacionados a uma maior oferta de serviços, postos de trabalho, sem contar uma pressão das pessoas sobre a questão ambiental (BAINES et al., 2007; GAO et al., 2011).

No quadro a seguir são elencados alguns dos principais benefícios para cliente e empresas, o que demonstra uma evolução em comparação aos negócios tradicionais.

Quadro 2.2 - Benefícios do PSS

Clientes	Empresas
<ul style="list-style-type: none"> - Mais oferta personalizada; - Novas funcionalidades e combinações de produtos e serviços para atender necessidades dos clientes; - O fabricante fica responsável pelo controle e recolhimento do produto no fim de sua vida útil; - Maior valor fornecido ao cliente, aumentando os elementos de serviço. 	<ul style="list-style-type: none"> - Novas oportunidades de mercado e vantagens competitivas; - Acesso a informações sobre o desempenho do produto durante a sua fase de utilização; - Maiores margens de lucro alcançadas pela prestação de serviços em vez de produtos; - Fortalecimento das relações com os clientes, e isso aumenta a fidelidade.

Fonte: Autor baseado em Baines et al. (2007); Tan et al. (2010); Barquet et al. (2013).

As empresas também têm benefícios, que são o maior valor agregado e, portanto, o aumento das vendas, um menor impacto ambiental, e por último, o foco nas necessidades dos clientes. Outros podem ser citados, como a padronização, produção em massa e uma melhoria significativa na entrega ao cliente, por meio de elementos de serviço (TUKKER; HALEN, 2003; BAINES et al., 2007). Os autores também mencionam que o governo e o ambiente global são beneficiados, pois a adoção de um PSS pode levar a uma menor utilização de recursos, redução de resíduos, uma vez que os produtos são fabricados usando-se menos materiais em comparação a uma produção tradicional.

O PSS pode criar uma experiência mais personalizada e aumentar o valor percebido para o consumidor. Ele permite a personalização e soluções sob medida em relação aos produtos tradicionais. E, por fim, fornece meios para reduzir custos, tanto para provedores de PSS quanto para os seus clientes, trazendo benefícios estratégicos e econômicos, com potencial de trazer mudanças nos padrões de consumo e acelerar a mudança nas práticas mais sustentáveis na sociedade (TUKKER, 2004; MONT; TUKKER, 2006; VEZZOLI et al., 2012; LABANCA et al., 2015).

2.1.2 Barreiras do PSS

No PSS são apontadas algumas barreiras tanto para os consumidores quanto para as empresas. Os consumidores estão acostumados a comprar um produto, e não pagar apenas

pela sua função, e esta mudança representa uma barreira cultural para que o modelo de negócio PSS seja aceito. Isso pode ser considerado difícil, pois o consumidor deve valorizar a sua necessidade satisfeita, ao contrário de possuir um produto (GOEDKOOOP et al., 1999; MANZINI; VEZZOLI, 2003; BEUREN et al., 2013).

Nas empresas o receio vem de uma experiência limitada na precificação de um PSS. Aponta-se, também, o medo do risco que antes era assumido pelo cliente com a compra do produto, e a falta de experiência na estruturação de uma organização para conceber, fabricar e fornecer um PSS (GOEDKOOOP et al., 1999; BAINES et al., 2007). Ainda, um PSS eficaz é suscetível de ser complexo para uma organização de manufatura acostumada a entregar a funcionalidade por meio da disponibilidade do produto, e não um serviço. Então, são exigidas mudanças a serem realizadas em nível funcional e sistêmico (BAINES et al., 2007).

Deve haver um planejamento para a implementação do PSS, devido à necessidade de mudanças no comportamento de todos os interessados. Uma empresa vai vender menos produtos e mais serviços, e todas as partes envolvidas terão de enfrentar novas responsabilidades e riscos financeiros mais elevados. Pode-se afirmar que as barreiras para a adoção do PSS estão em ambos os lados, sendo que o consumidor pode não ficar entusiasmado com o preço do consumo sem ser dono do produto, e os fabricantes podem estar preocupados com os preços, absorvendo riscos e mudanças na organização, o que requer tempo e dinheiro (KIMITA; SHIMOMURA; ARAI, 2009; KUO et al., 2010).

No Quadro 2.3 são apresentadas algumas barreiras apresentadas por Kuo et al. (2010) em seu estudo sobre barreiras para o PSS.

Quadro 2.3 - Barreiras do PSS

Tipos	Barreiras	Comentários
Barreiras Externas	- Falta de apoio das leis e regulamentos relevantes	- Se uma autoridade governamental promove leis amigas do PSS, pode auxiliar para formação de uma sociedade sustentável.
	- Falta de aceitação do mercado	- Geralmente, os clientes não compram produtos verdes voluntariamente, ou não pagam a mais para receber serviços adicionais.
Barreiras Internas	- Falta de formação e educação	- PSS é um conceito inovador e deve-se esclarecer o seu propósito.
	- Falta de pessoal técnico e apoio	- Promover a confiança para os clientes.
	- Falta de apoio da alta administração	- Primordial para que se tenha êxito no modelo de negócio

Continua quadro 2.3

	- Falta de consciência relacionada ao PSS	- Acostumado com o modelo tradicional de consumo.
	- Falta de planejamento estratégico	- Gestão a longo prazo.
	- Rejeição de alterações pelo pessoal interno	- Mudança de cultura do hábito de venda tradicional.
	- Falta de um sistema de informação de gestão ideal	- Gestão de produtos no final de ciclo de vida dos produtos.
Barreiras de Manutenção	- Aumento de carga no sistema de manutenção	- Dificuldade de criar um sistema, pelo desconhecimento dos hábitos de consumo.
	- Dificuldade na gestão de componentes de manutenção	- Dificuldade de controlar a quantidade de peças de reposição.
Barreiras de Remanufatura	- Tempo e quantidade de reciclagem diferentes, bem como a qualidade do produto	- Inclui a recuperação, desmontagem e limpeza de um produto.
	- Dificuldade de controle e gerenciamento de materiais	- Influência do ciclo de vida do produto, operação de remanufatura, etc.
	- Falta de logística reversa	- Algumas variáveis: transporte, eliminação, reparação, etc.

Fonte: Baseado em Kuo et al. (2010).

O quadro demonstra que as empresas enfrentam uma série de barreiras na implementação do PSS. As barreiras podem ser tanto internas quanto externas, técnicas e não técnicas, e também estarem inter-relacionadas. A presença de múltiplas barreiras e as relações complexas entre elas criam um desafio para a gestão da empresa na tomada de decisões estratégicas (MONT, 2002; MANZINI; VEZZOLI, 2003; BAINES et al., 2007; AZARENKO et al., 2009; KUO et al., 2010).

2.1.3 Implementação do PSS

A integração de produtos e serviços tem o potencial de melhorar a eficiência, o que traz efeitos econômicos e ambientes positivos para a indústria e a sociedade. Comprovadamente, as soluções integradas de produtos e serviços têm efeitos econômicos, sociais e ambientais, e ainda melhoram a utilização dos recursos e da competitividade (MONT; TUKKER, 2006; REIM et al., 2015).

A implementação do PSS pode ser um desafio para os consumidores e fornecedores, pois a entrega de uma função do produto é uma mudança significativa para todos os interessados. Os consumidores estão acostumados a adquirir produtos, e não pagar apenas pela sua função. Tal mudança cultural pode fazer muitas pessoas hesitarem em apoiar o PSS

(REXFELT; HIORT AF ORNÄS, 2009; LEE et al., 2012). Tanto fornecedores quanto consumidores devem superar sua resistência à mudança (KUO et al., 2010).

Deve-se salientar que, além do ganho econômico, as soluções PSS ajudam na redução do impacto ambiental e proporcionam um melhor equilíbrio social, porque um maior número de pessoas pode usar o mesmo produto, pagando menos por isso. Antes de colocar o PSS em prática, uma empresa deve planejar cuidadosamente a implementação desse PSS. Esta implementação exige mudanças no comportamento de todos os interessados, pois as empresas irão vender menos produtos e mais serviços, e todas as partes envolvidas terão de enfrentar novas responsabilidades e riscos financeiros mais elevados (MONT; TUKKER, 2006; KIMITA et al., 2009; BEUREN et al., 2013).

O PSS requer que os produtores e prestadores de serviços estendam as suas responsabilidades em todo o ciclo de vida do produto, especialmente no fim do ciclo de vida (reutilização, renovação e remanufatura) (LEE; ABUALI, 2011; BEUREN et al., 2013). As empresas devem adaptar as suas estruturas organizacionais tradicionais para lidar com os consumidores e outras partes interessadas. Fazer isso exige capital humano adicional, e uma série de entidades devem estar envolvidas, incluindo as empresas que desenvolvem soluções ou que têm maior experiência com um determinado produto e/ou serviço sustentável (RICHTER et al., 2010; YOON et al., 2012; BARQUET et al., 2013).

É difícil para uma empresa oferecer um PSS por conta própria, muitas vezes devendo envolver outras empresas. Além disso, a relação entre a empresa e o consumidor é fundamental para o sucesso de um PSS, sendo que o envolvimento precoce visa alcançar as melhores soluções para atender a demanda do consumidor específico (LUITEN; KNOT; HORST, VAN DER, 2001; MONT, 2002a; BAINES et al., 2007). Também é importante que os consumidores participem na criação e utilização do PSS. Afinal, os consumidores devem estar felizes com o que recebem e dar *feedback* produtivo. É a participação dos consumidores em certas fases do PSS que facilita a aceitação (SPRING; ARAUJO, 2009; COSTER, DE, 2011; MITTERMAYER et al., 2011).

Ao projetar um PSS, a demanda do consumidor deve ser levada em consideração, bem como as vantagens para os fornecedores e os limites da natureza e da sociedade. Caso contrário, a única ênfase nas virtudes econômicas pode falhar para caracterizar um PSS bem-sucedido. Em aparente contradição com esta observação estão a maioria dos exemplos PSS na literatura, que incidem sobre os ganhos estritamente econômicos, apesar da maior relevância. A maioria das aplicações não consideram o equilíbrio social e, em certa medida, os impactos ambientais. Esta observação não pode ser conciliada com as definições do PSS, que ressaltam

o desenvolvimento sustentável (MANZINI; VEZZOLI, 2003; MORELLI, 2006; BAINES et al., 2007; BEUREN; ARAUJO; FORCELLINI, 2015; REIM et al., 2015).

Na implementação do PSS trabalha-se com processos que devem ser bem definidos entre fornecedor e contratante e que visam fortalecer esta relação e, também, definir a operacionalização deste produto/serviço. Aponta-se quatro táticas que devem ser planejadas na implementação de um PSS: contratos, *marketing*, *design* de produtos e serviços e rede de atores (TUKKER; TISCHNER, 2006; BAINES et al., 2007; REIM et al., 2015).

2.1.3.1 Contratos

É muito importante a discussão de um contrato para abordar os direitos e responsabilidades entre as partes envolvidas. Um contrato de PSS é projetado para abordar todos os aspectos relacionados à prestação do serviço e afirmar, de forma clara, os direitos e responsabilidades das partes envolvidas. Deve-se descrever todas as atribuições, e inclusive o que pode dar errado (SCHUH; BOOS; KOZIELSKI, 2009; RICHTER et al., 2010; TAN et al., 2010).

Os contratos são significativamente mais complexos que a venda de um produto específico, e os termos devem ser adaptados conforme o contexto do PSS. A complexidade do contrato depende da quantidade de regulamentos específicos e o modelo de negócio utilizado. Muitas vezes, é necessário adaptar os contratos a cada novo cliente. E em se tratando de relacionamento de longo prazo entre fornecedor e cliente, deve-se equilibrar os interesses de ambas as partes (AZARENKO et al., 2009; RICHTER et al., 2010).

Reim et al. (2015) mencionam que em contratos de PSS deve-se observar alguns itens, como a responsabilidade e termos do acordo, a formalização do contrato e complexidade, e os incentivos e nível de risco. Na responsabilidade e termos do acordo, a ênfase está em como as tarefas são divididas entre as partes do contrato. Quanto à formalização e à complexidade, leva-se em conta os modelos de negócios (orientado para o produto, orientado para o uso e orientado para o resultado). E em se tratando de incentivos e níveis de risco, significa que o risco aumenta com a maior responsabilidade do prestador de serviço (MEIER; MASSBERG, 2004; TUKKER, 2004; BARQUET et al., 2013).

Em um contrato de PSS orientado ao produto, um fornecedor vende o produto e pode oferecer contratos de serviço para garantir a funcionalidade e durabilidade do produto de

propriedade de um cliente. Durante a funcionalidade do produto, pode prestar serviço de manutenção, reparação e atualização e, após o período de utilização, pode haver ações de remanufatura, desmantelamento e descarte (MONT; TUKKER, 2006; AZARENKO et al., 2009; YOON et al., 2012).

A vantagem é que o montante total é pago de uma só vez, mas o fornecedor não possui o produto, perde direitos e a possibilidade de monitorar de forma abrangente. Na verdade, o cliente é responsável pelo produto depois de ter sido comprado e escolhe quais ações ele gostaria de fazer, e pode cancelar ou adicionar a qualquer momento. No entanto, as ações adicionais dependem dos possíveis contratos de serviço, e a garantia será cancelada se o cliente não seguir o contrato.

Quanto ao contrato de PSS orientado ao uso, os direitos de propriedade são retidos pelo fornecedor, e o cliente adquire o uso do produto por um determinado período de tempo ou unidades de serviço. Assim, o fornecedor oferece um serviço abrangente com possíveis melhorias contínuas e tem o controle total do produto/serviço (MEIER; MASSBERG, 2004; TUKKER, 2004; BARQUET et al., 2013).

Verifica-se que as empresas enfrentam dificuldades na concepção e desenvolvimento de uma infraestrutura ideal para oferecer o serviço abrangente a um custo competitivo. Em muitos casos, os clientes enfrentam taxas de aluguel bastante altas que causam frustração e relutância em usar este modelo de negócio. Esse modelo separa atividades e responsabilidades para obter melhores resultados na produção por meio do uso mais eficiente da máquina. O cliente exige um equipamento para um processo e não quer ter outras responsabilidades, como manutenção, reparação, revenda, eliminação, etc.

Nos contratos baseados em resultados, o fornecedor deve entregar um serviço e receber por este, em vez de receber por unidade de um produto vendido, como no caso de contratos baseados em produtos. Como exemplos, é possível citar serviços de gestão de resíduos sólidos (substituindo a tonelada de lixo transportado), e/ou contratação de energia com base no desempenho para fornecer luz e calor (substituindo quilowatt-hora). Os detalhes dos contratos são fundamentais para alcançar na prática os potenciais benefícios do PSS (STOUGHTON; VOTTA, 2003; AZARENKO et al., 2009).

Porém os autores também salientam que transferir a gestão de setor específico a um fornecedor pode ser uma tarefa difícil, porque muitos dos seus vínculos podem estar ligados a este setor. Outro ponto, como em qualquer processo de mudança, está sujeito a resistência individual e organizacional, a inércia do sistema e aversão ao risco, especialmente quando os ganhos potenciais não acumulam diretamente para as partes essenciais à implementação.

Destaca-se, também, em contratos baseados em resultados, uma maior interdependência entre fornecedor e cliente, que exige elevados níveis de capacidade do fornecedor e a confiança do cliente. Em contraste com a tradicional relação vendedor-comprador, este tipo de PSS requer longo prazo, interação contínua e multifaces. E, por último, neste PSS, como em qualquer forma de terceirização, pode evocar a resistência imediatamente de pessoas, o que pode chamar a atenção de sindicato, vindo como uma das causas de reduções de pessoas.

Irene et al. (2009) mencionam que o contrato deve definir o resultado do PSS, em vez de tarefas ou entradas pelo prestador de serviços. Um professor pode ser pago para entregar aulas de inglês a um aluno não em termos de número de aulas e materiais, mas com base em quantas palavras em inglês são usadas pelo aluno após o término das aulas. O contrato define os resultados necessários, em vez do fornecimento de um conjunto de especificações prescritas, ou seja, o comprador adquire o resultado do produto utilizado e não a propriedade do produto.

2.1.3.2 *Marketing*

As empresas utilizam-se do *marketing* para interagir e se comunicar com clientes e futuros clientes na implementação de um PSS. O *marketing* auxilia na fidelização de clientes, bem como compreender as suas necessidades e preferências, o que pode reverter em importantes informações para o aperfeiçoamento e desenvolvimento de um novo PSS (TUKKER, 2004; GAO et al., 2011).

Três aspectos relevantes no *marketing* são apontados para a implementação de um PSS: a comunicação de valor, a interação com os clientes e a percepção dos clientes e do mercado. Na comunicação de valor, o fornecedor do PSS busca caminhos para diferenciar a sua oferta de seus concorrentes. Em relação à interação com os clientes, ela tende a aumentar conforme o modelo de negócio do PSS, sendo que no modelo orientado para o resultado ela é maior. E na percepção dos clientes e do mercado, o *marketing* busca recolher dados que resultam em melhorias constantes na funcionalidade e durabilidade do produto/serviço, e por consequência na venda (MONT, 2002; AZARENKO et al., 2009; REIM et al., 2015).

Na transição para a chamada economia de serviços, a necessidade de apoiar as empresas na implementação de estratégias baseadas em parcerias torna-se cada vez mais

urgente. As empresas podem oferecer soluções integradas em vez de produtos ou serviços, e isso torna mais complexo o sistema para dar suporte a essas soluções, o que demanda uma ação dos atores para comunicar este novo modelo de atuar, ou seja, parcerias estratégicas (KRUCKEN; MERONI, 2006; SCHUH et al., 2009).

Os autores também comentam que é necessário construir uma rede de atores que se concentram no desenvolvimento de uma solução de acordo com uma visão compartilhada. Isso é um desafio substancial que deve ser enfrentado em diferentes estágios de um desenvolvimento de solução, e que precisa de parcerias orientadas, ou parcerias estratégicas compartilhando uma visão comum sobre como entregar uma ideia concebida, e para isso é necessária a comunicação.

A comunicação tem que ser orientada para diferentes objetivos quando se trata de divulgar um PSS. Primeiramente, deve explorar o interesse de possíveis parceiros de integração em uma ideia de solução, delineando esta nos seus destaques e sublinhando os possíveis benefícios na adesão à parceria orientada para soluções; deve discutir e fazer com que novos parceiros tenham um mesmo objetivo em relação à ideia de solução, concordando claramente em tarefas, responsabilidades e benefícios para cada parceiro, dentro de um quadro previamente definido de restrições; verificar o interesse dos possíveis usuários da solução e obter *feedback* deles; e conhecer e apresentar a solução aos possíveis utilizadores (KRUCKEN; MERONI, 2006; HALME et al., 2007).

O material de comunicação bem concebido pode ser visto como uma ferramenta para organizar a complexidade da informação que deve ser trocada entre as partes interessadas nas fases de criação. Pode ser vista como uma ferramenta de comunicação interna e externa que descreve a solução, em termos de serviços trocados entre os parceiros.

O aumento da interação com o cliente tem sido notado como um fator que diferencia as ofertas de serviços, o que torna o lançamento de tais ofertas um processo mais complexo do que o lançamento de novos produtos. Os clientes são mais aptos do que os fornecedores a perceber e esperar uma dimensão relacional na proposição de valor do serviço, interações mais frequentes e mais profundas buscando elementos como confiança e um compromisso de longo prazo (TULI et al., 2007; KINDSTRÖM, 2010).

O *marketing* define não apenas a atitude em relação aos clientes da empresa, mas também com seus concorrentes e fornecedores. *Marketing* está intimamente relacionado com a definição de serviços a serem prestados. Ele desencadeia atividades para identificar e atender as necessidades de clientes economicamente atraentes. Esse processo deve ser apoiado por ferramentas de comunicação adequadas e pela reivindicação societária. Como

ferramentas de *marketing* pode-se citar a presença na internet, em feiras e exposições, e/ou publicações em revistas científicas podem ser usadas para anunciar a própria empresa e suas soluções inovadoras (BOYT; HARVEY, 1997; SCHUH et al., 2009; FORD, 2011).

2.1.3.3 *Design* do Produto e Serviço

Para atender as diversas necessidades dos clientes e implementar com sucesso um PSS, é necessário desenvolver um bom *design* de produto e serviço, e alinhar as características do produto físico às características do serviço e vice-versa. Várias propriedades do produto preferido (por exemplo, a capacidade de ser mantido, atualizado e reutilizado) podem ser identificadas, o que irá aumentar a criação de valor do tipo de PSS (SUNDIN; BRAS, 2005; REIM et al., 2015).

Azarenko et al. (2009) relatam que o relacionamento de longo prazo com os clientes também pode favorecer ou exigir um *design* de produto e serviço adaptado às necessidades específicas dos clientes, e, por consequência, adiciona mais complexidade à prestação do serviço. A importância do *design* de produtos e serviços adaptados deve ser considerada em todo o ciclo de vida do produto, e dois aspectos principais que colocam exigências diferentes sobre o produto e serviços são identificados: a funcionalidade e a personalização (SUNDIN; BRAS, 2005; AURICH et al., 2006).

A funcionalidade deve ser projetada para incorporar um componente adicional de forma que ofereça alto valor para os clientes. No PSS orientado ao produto, isso implica em preferência a que o produto tenha fácil manutenção, e também que seja reutilizável quando for devolvido (WILLIAMS, 2007; MEIER; ROY; SELIGER, 2010; MEIER et al., 2011). Em um PSS orientado ao uso, o fornecedor é responsável pela usabilidade dos produtos, então sua manutenção tem que ser acessível, e de *design* mais durável. E se o fornecedor é o proprietário, os usuários tendem a mudar os produtos, então sugere-se a facilidade de atualização e remanufatura, para uma vida mais longa ao produto. Este, por sua vez, é benéfico para o prestador de PSS e parceiros (AURICH et al., 2006; MONT; TUKKER, 2006; AZARENKO et al., 2009; KUO, 2011).

Em se tratando de PSS orientado ao resultado, as oportunidades para a funcionalidade são significativas, porque qualquer produto e serviço específico podem ser combinados para criar uma oferta PSS que irá cumprir com os resultados estipulados. Neste PSS a flexibilidade

torna-se central, porque os clientes podem ter diferentes requisitos e processos operacionais, o que exige uma adequação do fornecedor (MEIER et al., 2010; ULAGA; REINARTZ, 2011).

Na personalização, os produtos e serviços são adaptados às necessidades dos clientes individuais. Pode-se mencionar que o número de clientes é elevado para o PSS orientado ao produto e o PSS orientado ao uso. No PSS orientado ao produto, a personalização pode ser limitada, pois não há grandes mudanças para os produtos e serviços. No orientado ao uso, é possível personalizar os produtos para grandes clientes, tais como atividades de partilha e de agrupamento. Mas, no modelo orientado ao resultado, o grau de personalização será maior, porque o serviço é integrado com as operações do cliente. Assim, o *design* de produto e serviço deve ser adaptado às necessidades especiais dos clientes, o que permite espaço para inovações que possam beneficiar não só o fornecedor e o cliente, mas até mesmo a sociedade em geral (TUKKER, 2004; AZARENKO et al., 2009; MEIER et al., 2010).

2.1.3.4 Rede de Atores

A academia adotou o termo “ator” como uma contribuição para desestimular a dicotomia fornecedor-cliente. É um termo comum na literatura e, na visão interativa do negócio, vê o ator em uma rede de interdependências com os outros. Desta forma, o ator de negócios, seja indivíduo, subgrupo ou empresa, é uma entidade incompleta e é incapaz de lidar sozinho com seus próprios problemas. As interdependências de negócios também significam que um ator não terá limites claros ou fixos, nem será exclusivamente separado de outros particulares (SUNDIN; ÖHRWALL RÖNNBÄCK; SAKAO, 2010; FORD, 2011; SCHUH; BOOS; VÖLKER, 2011).

A interdependência de um ator em relação aos outros e as interconexões em toda a rede significam que os padrões de atividade conectados e os *clusters* de recursos fora do ator provavelmente serão mais significativos para sua identidade do que aqueles que estão dentro dele. A interdependência de um ator com outros lhe permite operar, mas também significa que um único ator é incapaz de planejar, desenvolver ou implementar uma estratégia que possa, realisticamente, ser descrita como independente (ROUSE, WILLIAM B; BASOLE, 2010; FORD, 2011).

Os autores também mencionam que, na proposição de rede, sugere-se que as relações de um ator possam ser vistas como o resultado de sua estratégia, e é igualmente válido ver

esse ator como o resultado de suas relações e a evolução interdependente dos atores dentro da rede.

E outro ponto na proposição de rede sugere que todos os atores tentam exercer algum controle sobre o cenário de negócios em que operam. No entanto, todo esse controle restringe o enfrentamento de problemas pelas contrapartes e limita sua capacidade de tomar iniciativas. O controle completo sobre uma rede por qualquer ator seria suscetível de eliminar o desenvolvimento da rede. O efeito é que cada ator de negócios deve aceitar a liderança ou iniciativa de contrapartes em pontos específicos no tempo e no espaço em suas relações, em vez de tentar seguir exclusivamente suas próprias avaliações ou intenções.

Na implementação de PSS é necessário que os fornecedores trabalhem com relações de rede com parceiros externos. Uma empresa não consegue executar suas tarefas de forma independente, e precisa desenvolver redes e infraestrutura de parcerias. Então, a necessidade de colaborar com outras empresas torna o processo de seleção de parceiros importante. Quando se presta um serviço, adicionam-se várias novas tarefas para as operações de fabricação ou de outras empresas de serviços, e geralmente as empresas não podem executar essas tarefas de forma independente (BAINES et al, 2007; GAO et al, 2011; REIM et al, 2015).

Neste contexto, uma rede descreve as relações e interações com diferentes partes interessadas externas (por exemplo, clientes, revendedores, parceiros de serviços e fornecedores). A necessidade de colaborar estreitamente torna o processo de seleção de parceiros importante. Mas não é apenas com quem colaborar, mas também o tipo de colaboração, que pode divergir significativamente com base nos serviços oferecidos. Depois de escolher um parceiro ou parceiros e determinar o nível de interação, muito esforço é necessário para desenvolver maneiras de coordenar as relações e compartilhar a informação certa de forma eficiente na rede (SCHUH et al., 2008, MONT, 2002; TONELLI et al., 2009).

O tipo de parceiros pode variar significativamente com base no serviço prestado e também em relação ao tipo de PSS. No PSS orientado ao produto, os parceiros podem oferecer serviços de manutenção, fornecimento de insumos necessários para o funcionamento. Esta prestação de serviço geralmente é conduzida por um provedor ou revendedor que tem uma parceria com a empresa de fabricação (AZARENKO et al., 2009, SUNDIN et al., 2010). Isso também implica no fato de que, em certas configurações, o fabricante pode não ter interação direta com o cliente, devido à presença de parceiros da rede de entrega, o que, por sua vez, aumenta a necessidade de simplificar o fluxo de informações entre o prestador e o parceiro de rede de distribuição de serviço.

No PSS orientado ao uso, o fabricante não costuma executar as tarefas de serviço. É comum o uso de terceiros para entrega PSS tanto em *business to business* (B2B) quanto em *business to consumer* (B2C). No B2C as configurações usadas são o *leasing*, compartilhamento e atividades de agrupamento, bem como o gerenciamento da logística reversa (GAO et al., 2011; TUKKER, 2004). Neste modelo de PSS as receitas não são geradas no ponto de venda, mas em vez disso estão divididas sobre os períodos de contratação.

Em relação ao PSS orientado ao resultado, a estrutura da rede muda significativamente. Esse tipo de prestação de serviços está perto de integração vertical, e um contato direto com o cliente é crucial. Além de estreita colaboração com o cliente, outras partes interessadas (como instituições financeiras, empresas de transporte) podem ser envolvidas para lidar com tarefas exigidas (AZARENKO et al., 2009).

O relacionamento também ganha destaque na rede de suprimentos de um PSS. No PSS orientado ao produto e no PSS orientado ao uso, o serviço é normalmente oferecido a uma gama diversificada de clientes. A empresa fabricante deve manter interações muito estreitas com os revendedores e parceiros de serviços para obter informações sobre as necessidades dos clientes e demandas futuras (TUKKER, 2004).

No PSS orientado ao resultado, o foco principal é a interação direta com os clientes. Os serviços só devem ser oferecidos a clientes com os quais o prestador de PSS tem uma relação existente e confiável. Para implementar um PSS com sucesso, os parceiros da rede devem ser incorporados logo no início do processo de desenvolvimento para assegurar uma rede bem organizada (MAXWELL et al., 2006; HALME et al., 2007). Neste tipo de PSS, o número de clientes potenciais para tais ofertas pode ser limitado em um ambiente B2B, mas não necessariamente em um ambiente B2C. Para maximizar o valor criado a partir da parceria, o cliente deve ser tratado como uma empresa inovadora, enfatizando os processos de cocriação (BAINES et al., 2007).

Outro aspecto importante é a troca eficiente das informações entre os parceiros da rede. Geralmente, um grande número de clientes está localizado no PSS orientado ao produto e no PSS orientado ao uso. Em tais situações, é necessário estabelecer métodos para coordenar as tarefas e compartilhar informações. E, muitas vezes, propõem-se plataformas de colaboração baseados na *web* como uma ferramenta para conectar-se parceiros e clientes (SCHUH et al., 2009; SCHUH et al., 2011). Embora os sistemas de colaboração *on-line* ou eletrônicos não sejam um substituto para o contato pessoal ou *feedback* do cliente, servem como uma ferramenta adicional para implementar o PSS.

Quando o número de clientes diminuiu em PSS orientado ao resultado, a comunicação entre os parceiros tende a ser mais de natureza pessoal. Assim, permite-se uma construção de confiança e são criadas exigências adicionais para a coordenação de tarefas. As novas rotinas de trabalho devem ser comunicadas de forma proativa e as responsabilidades precisam ser esclarecidas. Para esta parceria é necessária comunicação e coordenação (KINNDSTRÖM, 2010; KRÜCKEN, MERONI, 2006).

A rede pode ser desenvolvida e dinamizada por meio da participação de clientes e/ou parceiros de serviço, uma vez que as empresas podem inovar utilizando recursos dos parceiros, fornecedores e clientes ligados ao seu modelo de negócio, bem como os seus próprios recursos internos. A prestação de serviços pode, muitas vezes, envolver atores externos, aspecto que pode se tornar estrategicamente muito importante para empresas baseadas em produtos, especialmente aquelas que não possuem uma infraestrutura de serviços desenvolvida (KINDSTRÖM, 2010; GAO et al., 2011).

2.2 SUSTENTABILIDADE

Na última década, a humanidade tem reagido aos problemas de sustentabilidade buscando estratégias mais limpas para a confecção de produtos. Os modelos de desenvolvimento socioeconômico dominantes no contexto da indústria são insustentáveis, e a busca por meios de produção mais corretos tem sido alvo de muitas empresas (VEZZOLI et al., 2012; CHOU; CHEN; CONLEY, 2015).

A sustentabilidade é um dos assuntos de grandes debates no meio acadêmico e empresarial, pois as questões socioambientais se tornaram extremamente importantes no âmbito empresarial, e muitas empresas utilizam os recursos naturais e o meio social para se manter competitivas no mercado. Está relacionado com a necessidade de encontrar maneiras de interação da sociedade com a natureza e o progresso das empresas. O termo envolve transformação e até mudanças radicais da economia global em termos de produtos, comportamentos, tecnologia e estrutura econômica (ambiente externo), bem como mudanças de valores, propósitos e visões para o futuro (ambiente interno) (TUKKER; TISCHNER, 2006; MYLAN, 2015).

Sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável foi descrito pela primeira vez pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) em 1987 como um desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das

gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades. É amplamente reconhecido que a definição da WCED integra as questões sociais, ambientais e econômicas. A forma como é normalmente operacionalizada é por meio de TBL – *Triple Bottom Line*, que simultaneamente considera e equilibra as questões econômicas, ambientais e sociais do ponto de vista microeconômico (GIMENEZ; SIERRA; RODON, 2012; LEE et al., 2012; MYLAN, 2015).

Até o final da década de 1970, as empresas eram consideradas sustentáveis caso fossem economicamente saudáveis, ou seja, com um patrimônio e lucros em constante evolução. Em meados dos anos 1990, o inglês John Elkington desenvolve o TBL, conhecido também como o tripé da sustentabilidade ou os três pilares da sustentabilidade. O autor propôs uma nova forma de fazer negócios, em que os resultados das organizações devem ser medidos sob os aspectos econômicos, ambientais e sociais (ELKINGTON, 2001, 2006; WAHID; MOHD. MUSTAMIL, 2017). O conceito de TBL sugere que as empresas não só precisam se envolver em comportamento social e ambientalmente responsável, mas também com ganhos financeiros positivos nesse processo.

O TBL é importante para as empresas que buscam o desenvolvimento sustentável e, assim, pode ser explicado na gestão de operações: a sustentabilidade econômica é geralmente bem compreendida, e caracterizada como custos de produção ou de fabricação. No entanto, o que às vezes não é tão claro é a definição de sustentabilidade ambiental e social. Ao nível das instalações, a sustentabilidade ambiental refere-se ao uso de energia e outros recursos que as empresas deixam para trás em suas operações. Está frequentemente relacionada com a redução de resíduos, a redução da poluição, a eficiência energética, a redução de emissões, a diminuição do consumo de materiais perigosos, nocivos ou tóxicos, a diminuição da frequência de acidentes ambientais, entre outros. Quanto à sustentabilidade social, significa que as empresas proporcionam oportunidades equitativas, incentivam a diversidade, promovendo a conexão dentro e fora da comunidade, assegurando a qualidade de vida e proporcionando processos democráticos e estruturas de governança responsáveis (Responsabilidade Social Corporativa - RSE) como forma de melhorar sua reputação social.

Nesta última década, notadamente, as empresas, como atores-chave na sociedade, têm sido pressionadas a mudar a forma como fazem negócios para integrar os princípios do desenvolvimento sustentável em suas práticas diárias e divulgar seus impactos e contribuições para o desenvolvimento sustentável (HACKING; GUTHRIE, 2008; LEE et al., 2012; VEZZOLI et al., 2012). Então, as empresas líderes começaram a implementar e medir ações e divulgar suas contribuições para o desenvolvimento sustentável. Essas empresas perceberam oportunidades emergentes significativas nessa nova realidade e iniciaram uma dinâmica

voltada para a integração da sustentabilidade como fonte de vantagem competitiva, exigindo que a mesma seja internalizada e integrada em todos os aspectos organizacionais e na forma de fazer negócios.

Com a ascensão da sustentabilidade, cresce a necessidade para soluções sustentáveis, e neste ponto que o PSS tem recebido uma especial atenção. Partindo do seu conceito, um dos pontos principais do PSS é a sustentabilidade que está intimamente ligada ao impacto ambiental (GOEDKOOOP et al., 1999; MONT, 2002a; MANZINI; VEZZOLI, 2003). Para Roy (2000), Tukker (2004) e Mont & Tukker (2006), avaliar a sustentabilidade no PSS requer uma abordagem dinâmica e multidimensional.

Na abordagem dinâmica, o PSS consiste de muitos elementos, incluindo produtos, serviços e atores relevantes (as partes interessadas). Esta estrutura complexa e inter-relação dos interessados precisa ser avaliada com base nas relações de longo prazo entre as diferentes partes interessadas e sua comunicação com o outro para alçar a sustentabilidade (MONT; TUKKER, 2006; BAINES et al., 2007; LEE et al., 2012). Em relação à multidimensionalidade, a avaliação da sustentabilidade no PSS não pode estar limitada ao seu impacto ambiental, mas também presente no impacto econômico e no social. Em uma empresa, o objetivo principal é o lucro, pois a atribuição de valor econômico para cada parte interessada é uma prioridade e não pode ser negligenciada. O PSS pode ser um promotor da mudança social para a economia funcional, exigindo elevados níveis de mudança de comportamento, que são criticamente associados com o impacto social sobre os *stakeholders*.

Resumidamente, o quadro a seguir apresenta a sustentabilidade no PSS na perspectiva TBL.

Quadro 2.4 - Sustentabilidade no PSS

TBL	Definição
Sustentabilidade Ambiental	O PSS é ambientalmente sustentável quando as atividades de produção e consumo são planejadas para serem superiores, comparativamente aos produtos existentes.
Sustentabilidade Econômica	O PSS é economicamente sustentável quando sua operação é positiva, e cumpre com a motivação econômica de cada <i>stakeholder</i> .
Sustentabilidade Social	O PSS é socialmente sustentável quando ele é aceito como melhoria social do bem-estar público sem invalidar a justiça social.

Fonte: Autor baseado em Lee et al. (2012)

O quadro demonstra uma busca pela satisfação dos *stakeholders* com soluções PSS, e também por cumprir, ao mesmo tempo, com os requisitos da sustentabilidade.

2.3 FRAMEWORK TEÓRICO

O mercado tem apresentado aspectos que estão impactando no modelo tradicional de negócios. A concorrência global e as exigências de uma maior responsabilidade da empresa em relação aos produtos e o seu ciclo de vida, bem como com os clientes e todos os *stakeholders*, levam as empresas a reorientar sua estratégia de negócios. A mudança é de uma orientação ao produto para uma orientação ao serviço, ou melhor, uma busca para projetar produtos e serviços integrados (TAN et al., 2010; BEUREN et al., 2013).

É neste contexto que surge o PSS, como um modelo promissor para conduzir os atuais padrões de produção e consumo a uma sustentabilidade. PSS é um conjunto comercial de produtos e serviços, capazes de cumprir conjuntamente as necessidades de um usuário. Nesta integração de produtos e serviços, busca-se melhorar a eficiência, o que pode levar a efeitos econômicos e ambientais positivos para a indústria e a sociedade (KRUCKEN; MERONI, 2006; MONT; TUKKER, 2006; SOUSA; MIGUEL, 2015).

O PSS é considerado um modelo de negócios e representa um caminho potencial para o uso sustentável dos recursos, exigindo transformações para as empresas orientadas a produtos e serviços na cadeia de valor e em nível industrial. A estratégia consiste em deslocar o foco empresarial de projetar e vender apenas produtos físicos para oferecer um sistema de produtos e serviços (BAINES et al., 2007; MARTINEZ et al., 2010; REIM et al., 2015).

Baseando-se em Tukker (2004), é possível dizer que uma decisão estratégica da empresa quanto ao modelo de PSS pode ser:

- PSS orientado ao produto: a oferta de produtos que vêm com serviços extras;
- PSS orientado ao uso: o uso do produto é vendido em conjunto com os serviços que agregam valor a ele;
- PSS orientado ao resultado: um resultado ou uma competência é vendido a um consumidor.

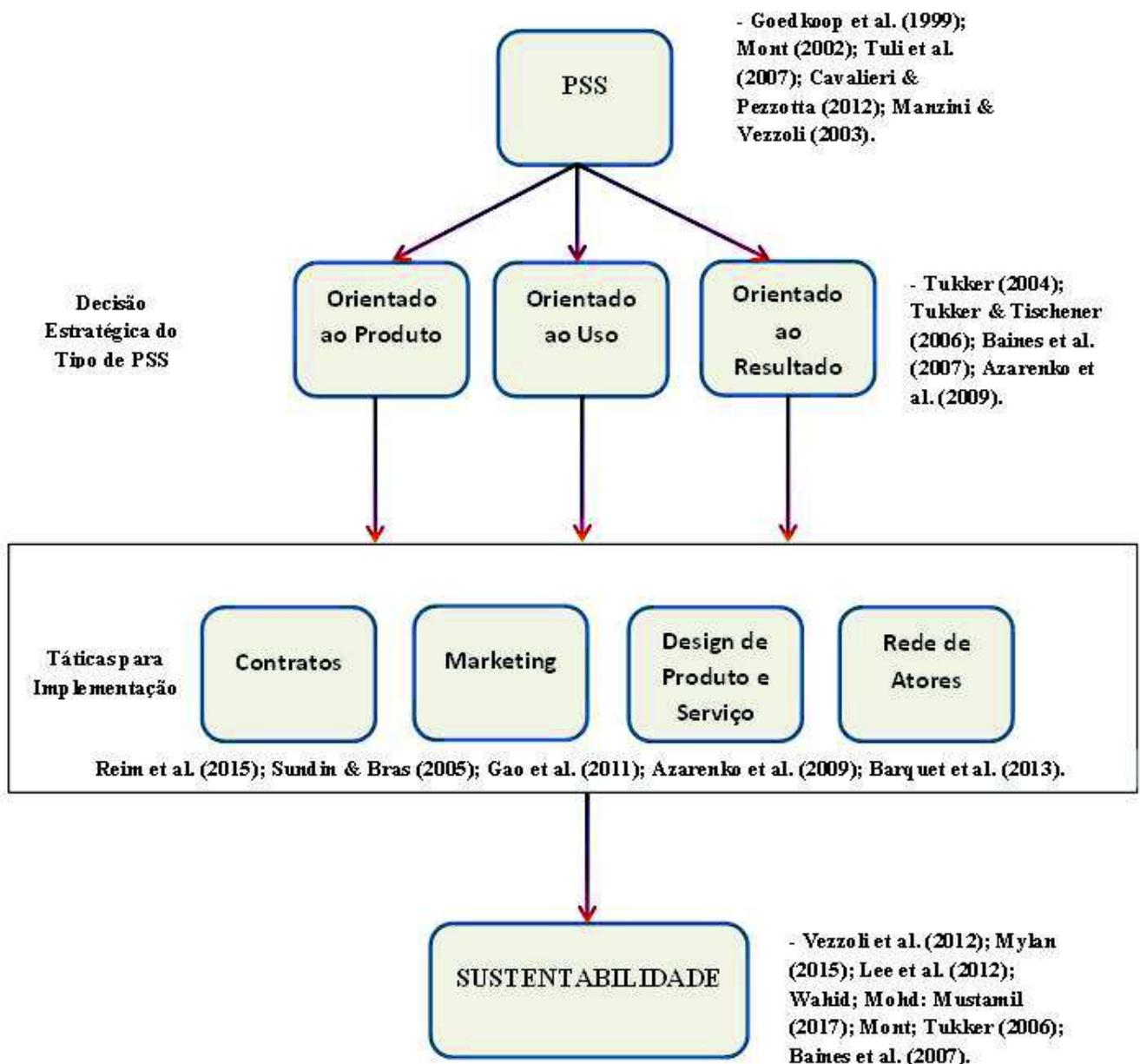
Cabe à empresa planejar e desenvolver o modelo de negócios apropriado para o mercado, visando atender as necessidades dos clientes e a sustentabilidade no contexto empresarial. Para isso, a empresa precisa de táticas que irão auxiliar na implementação da estratégia do tipo de PSS escolhido para atuação no mercado (TUKKER, 2004; KRUCKEN; MERONI, 2006; AZARENKO et al., 2009; REIM et al., 2015). Essas táticas são importantes

para implementar um modelo de negócio PSS, dentre as quais destacam-se os contratos, o *marketing*, *design* de produto e serviço e a rede de atores, e que pode levar à sustentabilidade.

A sustentabilidade é analisada na perspectiva TBL, desenvolvida por Elkington em 1990, e caracterizada pelas perspectivas ambiental, econômica e social. Este pensamento triplo esta relacionado ao conceito de desenvolvimento sustentável, e a preocupação com as pessoas, o ambiente e o lucro da empresa.

Na figura a seguir apresenta-se o *framework* da teoria estudada que aborda a decisão estratégica do tipo de PSS e as Táticas para a Implementação do PSS.

Figura 2.2 - Framework Teórico da Pesquisa



Fonte: Autor baseando-se na literatura.

O *framework* demonstra teoricamente como uma empresa pode implementar um PSS na busca da sustentabilidade, e cada modelo necessariamente terá que aplicar as táticas na sua implementação. Para entender e verificar se isto pode acontecer é necessário que o estudo aconteça com exemplos que demonstrem PSS e, assim, pode-se atender o tripé da sustentabilidade nas questões econômicas, ambientais e sociais.

Baseando-se nas táticas desenvolvidas por Reim et. al (2015) e Barquet et al (2013) para a implementação de um PSS, o trabalho quer contribuir verificando se um PSS leva a sustentabilidade (ambiental, econômica e social). E assim, evoluir na contribuição teórica nos estudos de PSS.

Na próxima seção é abordada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se como foi desenvolvido o presente trabalho, bem como o método de pesquisa, o que foi analisado e as etapas da análise. Este estudo é qualitativo e de caráter predominantemente descritivo, e busca entender a implementação e a escolha de um PSS na geração de energia fotovoltaica.

A pesquisa qualitativa fornece uma visão profunda de fenômenos complexos e com múltiplas características ou atributos. Ela permite um mergulho profundo na experiência de vida real, bem como na exploração expandida e flexível, e produz contribuições interessantes e impactantes para a descoberta do conhecimento (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009; FAWCETT et al., 2014).

Esse tipo de pesquisa é mais adequado para a construção de uma nova teoria ou para a elaboração da teoria existente. E é particularmente valiosa para explorar questões contemporâneas, em que o foco está em questões exploratórias de “o quê”, “como” e “por quê” (VOSS CHRIS; JOHNSON; GODSELL, 2002; JOHNSON; GODSELL; KE, 2013; FAWCETT et al., 2014). Então, devido ao fenômeno investigado – PSS na geração de energia fotovoltaica – justifica-se a utilização da pesquisa qualitativa.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

Para buscar entender as estratégias e táticas de implementação de um PSS na geração de energia FV, bem como a escolha de um ou de outro modelo de negócio utilizou-se como método o estudo de caso.

O estudo de caso caracteriza-se como uma das melhores maneiras para se certificar que os pesquisadores estão fazendo observações e contribuições válidas para o desenvolvimento do conhecimento em Gestão de Operações (GO). Tem sido escolhido por pesquisadores para investigações emergentes, como integrações na GO com outras áreas funcionais na cadeia de suprimentos. A intenção é construir e estender teorias, explorar e compreender melhor fenômenos contemporâneos emergentes (BARRATT, 2011; EISENHARDT, 1989; STUART et al. 2002). No estudo de caso qualitativo, uma pesquisa

empírica busca explorar dados ricos de configurações do mundo real e é delimitado na investigação de um fenômeno concentrado (BARRATT, 2011; YIN, 2005).

Um estudo de caso é um exame objetivo e aprofundado de um fenômeno, sendo que o investigador tem pouco controle sobre os eventos. Primeiramente, o estudo normalmente envolve um ou mais pesquisadores reunindo um volume considerável de dados dentro de uma organização para desenvolver a imagem mais clara possível do fenômeno. E, geralmente, se concentra nas condições atuais, usando dados históricos principalmente para entender ou fundamentar as informações coletadas sobre a situação. Os dados podem vir de fontes primárias (como observação direta ou entrevistas de pessoas envolvidas) ou fontes secundárias (documentos ou registros, por exemplo). Podem examinar uma situação única ou estudos de casos múltiplos, e várias situações relacionadas (MCCUTCHEON; MEREDITH, 1993; YIN, 2009; JOHNSON et al., 2013).

O propósito do estudo de caso pode ser estritamente descrever uma situação, mas, mais frequentemente, é entender como ou por que os eventos ocorrem. Para tanto, o pesquisador avalia as condições em torno do fenômeno para construir uma explicação ou descobrir uma relação causal que ligue os antecedentes aos resultados (MCCUTCHEON; MEREDITH, 1993; YIN, 2009).

Nesta tese o estudo de caso está no PSS em geração fotovoltaica. É um modelo de negócio recente no Brasil, sobre o qual não há estudos. Foram pesquisados dois tipos de PSS, o orientado ao produto e o orientado ao uso para debater a escolha do modelo. Não se analisou o PSS orientado ao uso, pois não existe no Brasil nenhum modelo ligado à geração fotovoltaica.

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

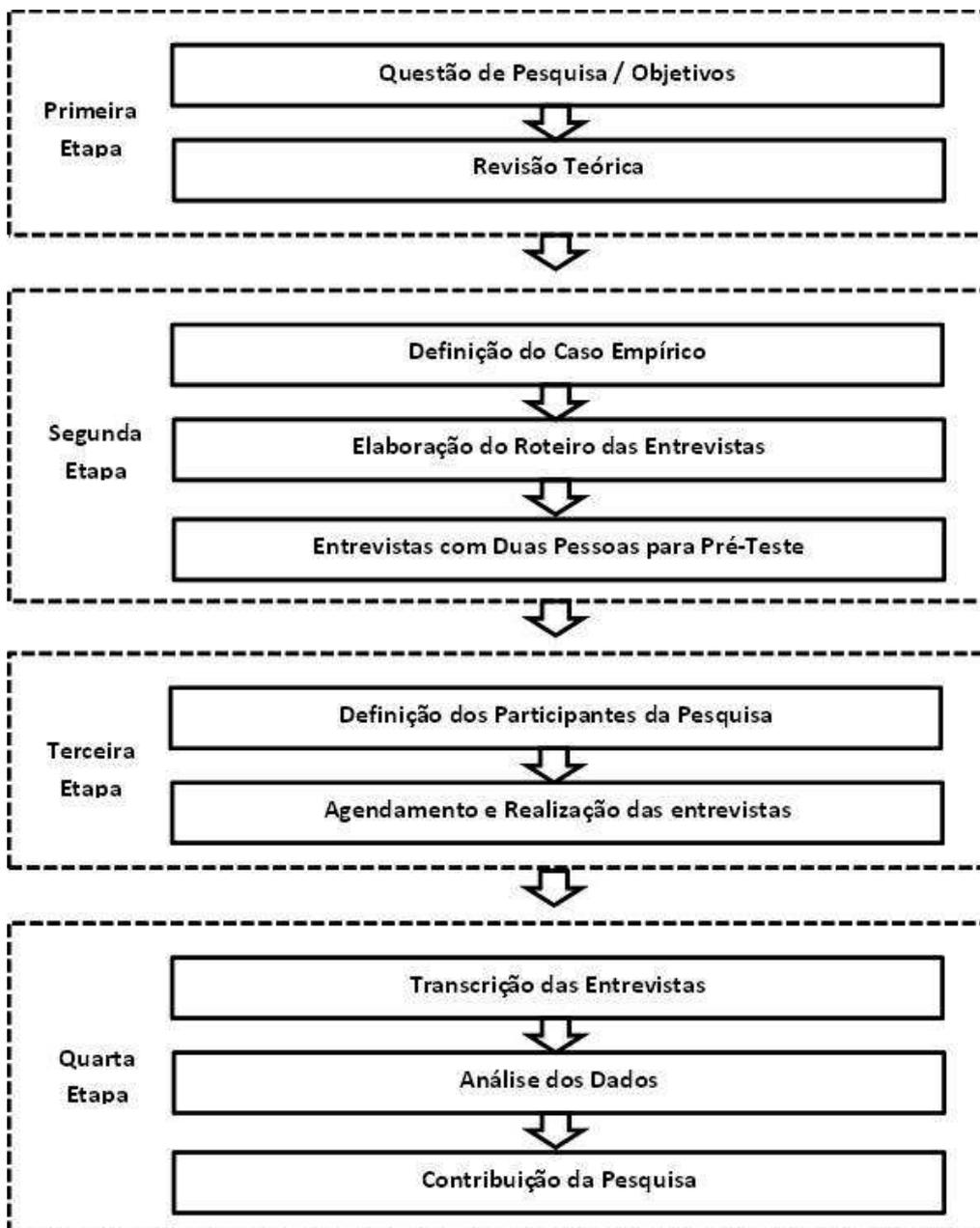
Para desenvolver este estudo que tem como objeto empírico a geração fotovoltaica de energia, o delineamento da pesquisa está dividido em quatro partes, para melhor explicar como foi a construção da tese. Na Figura 3.1 são apresentadas as etapas e o que foi feito em cada uma delas.

Na primeira etapa, o passo inicial foi a definição da questão de pesquisa e os objetivos. Em um segundo momento, foi desenvolvido o referencial teórico sobre PSS. O assunto surgiu do interesse em desenvolver um assunto ligado a sustentabilidade e GSCM, pois o autor havia pesquisado e lido muito sobre tais temas. O PSS é um modelo de negócio, o qual, por meio de

ações sustentáveis, visa atender as necessidades dos clientes, bem como satisfazer os aspectos econômicos da empresa, o meio ambiente e o social.

Já a segunda etapa começou com a definição do caso empírico e, para isso, uma entrevista com um consultor de negócios da RGE em Erechim foi decisivo. O autor viu a possibilidade de associar a geração distribuída, criada em 2012 pela REN 482 da ANEEL, a modelos de PSS. Esta regulamentação permitiu a geração de energia FV pelos consumidores e a sua ligação no Sistema Nacional de Energia Elétrica.

Figura 3.1 - Etapas da Pesquisa



Fonte: Autor

Após a definição do caso empírico, elaborou-se um roteiro semiestruturado para as entrevistas, e foram feitas duas entrevistas testes para a busca de dados: com uma empresa que comercializa os sistemas de geração de energia fotovoltaica e com um mercado que instalou o sistema. Tais entrevistas serviram para ajustar o roteiro final com as questões para os participantes da pesquisa.

Esse roteiro é composto por três blocos, sendo que o primeiro tem informações para caracterização da empresa. O segundo buscou as informações dos participantes e o terceiro bloco abordou as informações dos itens para implementação de um PSS: contrato, *marketing*, *design* de produto e serviço, rede de atores, e também sobre sustentabilidade.

Para a pesquisa foram feitos três roteiros (Apêndice A), pois os participantes são os atores da geração distribuída. Então há os roteiros: para as empresas que comercializam os equipamentos para a geração FV; para as distribuidoras de energia que são responsáveis pela distribuição da energia aos consumidores; e para os consumidores (e também os geradores de energia).

Na terceira etapa do delineamento da pesquisa foram definidos os participantes desta pesquisa, os quais foram feitos convite para participarem da pesquisa. Foram escolhidos por conveniência, fazendo contato ou por indicação de pessoas ligadas a área de geração de energia fotovoltaica e das entrevistas. São os seguintes participantes:

- (I) duas distribuidoras de energia elétrica (D1 e D2);
- (II) cinco empresas responsáveis pela comercialização dos equipamentos para geração de energia (E1, E2, E3, E4 e E5); e
- (III) cinco consumidores que instalaram os equipamentos de geração de energia fotovoltaica (C1, C2, C3, C4 e C5). Esses consumidores são empresas comerciais e indústria. E não foram feitas entrevistas com clientes residenciais. A decisão de focar somente em pessoas jurídicas foi tomada pelo autor e o seu orientador, para melhor entender este tipo de consumidor e gerador de energia fotovoltaica.

As entrevistas foram agendadas previamente por telefone e e-mail com os participantes. Neste contato, fala-se sobre o assunto, o que seria a pesquisa e os itens a serem pesquisados, convidando posteriormente a participar. Depois do aceite, agendou-se data e horário para a realização. As entrevistas foram feitas pelo autor e presencialmente, exceto a entrevista com a empresa de Curitiba, que ocorreu via Skype.

No dia da entrevista foi explicado novamente sobre as informações da pesquisa, bem como a autorização para a utilização dos dados da entrevista no trabalho, deixando claro que

os nomes nunca serão mencionados. As entrevistas foram gravadas quando o participante concordou.

No quadro a seguir, são apresentadas algumas informações sobre as entrevistas da pesquisa.

Quadro 3.1 - Informações das Entrevistas da Pesquisa

Empresa	Entrevistado	Cidade	Duração	Código
Concessionária de Energia	Engenheiro Elétrico	Tapejara	60 minutos	D1
Concessionária de Energia	Engenheiro Elétrico	Carazinho	50 minutos	D2
Comercializa o sistema FV	Dono da Empresa	Passo Fundo	70 minutos	E1
Comercializa o sistema FV	Dono da Empresa	Carazinho	60 minutos	E2
Comercializa o sistema FV	Vendedor da Empresa	Erechim	75 minutos	E3
Comercializa o sistema FV	Dono da Empresa	Erechim	60 minutos	E4
Comercializa o sistema FV	Dono da Empresa	Curitiba	40 minutos	E5
Consumidor – supermercado (varejo)	Dono da Empresa	Sarandi	40 minutos	C1
Consumidor – supermercado (varejo)	Dono da Empresa	Barão de Cotegipe	50 minutos	C2
Consumidor – fábrica	Dono da Empresa	Sarandi	50 minutos	C3
Consumidor – loja materiais elétricos	Dono da Empresa	Erechim	40 minutos	C4
Consumidor – loja materiais elétricos	Dono da Empresa	Erechim	40 minutos	C5

Fonte: Autor

Ao todo, foram 16 entrevistas, sendo três no pré-teste, e treze na coleta de dados. O C2 foi entrevistado duas vezes: na primeira, o sistema de geração FV estava instalado há duas semanas, então decidiu-se repedir a entrevista três meses depois de instalado. E o E3 também foi entrevistado duas vezes: uma no pré-teste e outra com o roteiro final ajustado.

A quarta etapa é explicada no item Análise dos Dados.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Antes da análise dos dados, o primeiro passo foi a transcrição das entrevistas para as análises. Posteriormente, foram criados tópicos para a análise e buscou-se, nas entrevistas, relacionar os dados a esses tópicos. São eles: as táticas (contratos, *marketing*, *design* de produto e rede de atores); riscos, benefícios, barreiras e sustentabilidade.

Seguiu-se uma abordagem indutiva, em que os dados coletados do estudo de caso foram utilizados para desenvolver as discussões. Foram usados documentos, dados das entrevistas, pesquisa em instituições para isolar padrões, identificar pontos comuns e estabelecer gradualmente as generalizações consistentes nos casos. Depois foi realizada uma

análise em duas etapas, no caso e no caso cruzado (HUBERMAN, 1994; BARRATT; CHOI; LI, 2011; HUMPHRIES et al., 2013).

Para a análise dos dados coletados foi utilizada a análise de conteúdo. Em um primeiro momento são apresentados os participantes da pesquisa, depois abordados os casos selecionados: PSS orientado ao produto e PSS orientado ao uso, relatando-se cada caso. Por fim, faz-se uma análise cruzada dos casos. As discussões derivam desta análise baseando-se na literatura e propondo contribuições para este estudo.

A seguir, é apresentada uma contextualização sobre a energia fotovoltaica.

4 CONTEXTUALIZANDO A ENERGIA FOTOVOLTAICA

Após a crise do petróleo no final da década de 1970, cientistas e formuladores de políticas em todo o mundo procuraram enfatizar diferentes maneiras de aproveitar a energia solar de forma mais eficaz e eficiente. A energia solar pode ser utilizada de duas maneiras diferentes: a primeira é pela via solar térmica utilizando coletores solares, aquecedores e secadores; e a segunda é a eletricidade solar com energia solar fotovoltaica (FIDELIS; PINGUELLI; AURE, 2013; RACHCHH; KUMAR; TRIPATHI, 2016).

A energia fotovoltaica é a conversão direta da luz solar em eletricidade sem usar qualquer interface. Os sistemas fotovoltaicos solares são de fácil instalação, simples em *design*, podem operar de forma independente, exigem pouca manutenção e a geração de energia é uniforme ao longo do ano se comparada à eólica ou outras fontes renováveis. Nos países em desenvolvimento, esses sistemas são usados de maneira independente, desempenham um papel muito importante e crítico na eletrificação das áreas rurais, utilizando-se de um controlador de carga e uma bateria para poder eletrificar uma casa ou residência (exemplo: China) (CHOW, 2010; EMANUEL et al., 2016; RAI et al., 2016).

A geração de energia por sistemas fotovoltaicos tem aumentado consideravelmente no mundo, devido a uma maior consciência sobre o aquecimento global, e o preço comparativo da energia solar em relação às centrais térmicas convencionais. Países como Alemanha, China, Índia, Espanha e Estados Unidos têm promovido o investimento nesse tipo de geração de energia.

O mercado de energia FV no mundo em 2016 cresceu 25% em relação a 2014, sendo que a China, o Japão e os Estados Unidos voltaram a representar a maior parte da capacidade adicionada. Entretanto, os mercados emergentes em todos os continentes contribuíram significativamente para o crescimento global, impulsionado em grande parte pelo aumento da competitividade dos custos dos equipamentos FV. Cerca de 22 países tinham capacidade suficiente no final de 2015 para atender a mais de 1% de sua demanda de eletricidade com a energia solar. Alguns países se destacam na geração FV, como, por exemplo, Itália (7,8%), Grécia (6,5%) e Alemanha (6,4%), se comparada a outras fontes de energia (RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK, 2016).

Os países que mais geram energia solar comparado ao mundo são: China (17,3%), Japão (10,4%), Estados Unidos (9,4%), Inglaterra (3,5%), Alemanha (2%) e Índia (2%) (SOLAR POWER WORLD, 2017).

Em seguida, são apresentados dados da geração de energia fotovoltaica no Brasil.

4.1 ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Neste item são apresentadas informações sobre a matriz energética mundial e brasileira e, posteriormente, aborda-se a energia fotovoltaica no Brasil. Visa contextualizar o ambiente da produção de energia fotovoltaica no mundo e no Brasil, e auxiliar na compreensão do estudo de caso.

Em relação à composição da matriz energética mundial, essa é apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Matriz Energética Mundial

Não Renováveis	%	Renováveis	%
Petróleo	31,1	Hidráulica	2,4
Gás Natural	21,4	Combustíveis renováveis e lixo	10,2
Carvão Mineral	28,9	Outras	1,2
Nuclear	4,8		
Total	86,2		13,8

Fonte: International Energy Agency (2017)

A tabela apresenta que 86,2% da matriz energética mundial provém de energias não renováveis, e que o petróleo é responsável por 31,1%, seguido do carvão mineral com 28,9%. As energias renováveis correspondem a 13,8%, sendo que 10,2% são geradas por combustíveis renováveis e lixo, seguidas da hidráulica com 2,4%.

A composição da matriz energética brasileira é composta por 55% de energia não renovável e 45% de energia renovável. A Tabela 4.2 apresenta os tipos de energia dessa matriz.

Tabela 4.2 - Matriz Energética Brasileira

Não Renováveis	%	Renováveis	%
Petróleo	34,9	Lenha e Carvão Vegetal	6,9
Gás Natural	11,8	Energia Elétrica	13
Carvão Mineral	5,8	Etanol e outros produtos de cana-de-açúcar	16,9
Urânio	1,7	Outras	8,1
Outras	0,8		
Total	55		45

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015)

O petróleo (34,9%) e o gás natural (11,8%) são as energias não renováveis que mais se destacam. Em termos de energias renováveis, tem-se o etanol e outros produtos de cana-de-açúcar com 16,9% e energia elétrica com 13%.

Em relação à matriz elétrica brasileira, essa é apresentada na Tabela 4.3, destacando-se que grande parte vem de uma matriz renovável.

Tabela 4.3 - Matriz Elétrica Brasileira

Não Renováveis	%	Renováveis	%
Carvão mineral e derivados	2,6	Hidráulica	64,8
Nuclear	1,4	Biomassa	9,4
Derivados de Petróleo	7	Eólica	6,1
Gás Natural	8,7		
Total	19,7		80,3

Fonte: Boletim de Monitoramento do Setor Elétrico (Ministério de Minas e Energia, Maio, 2016)

A energia elétrica brasileira é uma das mais limpas do mundo, sendo que 80,3% vem de uma matriz renovável, em que a hidráulica é responsável por 64,8% e a biomassa com 9,4%. A matriz elétrica brasileira não renovável corresponde a 19,7%, com destaque para o gás natural (8,7%) e os derivados de petróleo (7%).

A matriz energética mundial vem sofrendo alterações devido à inclusão das fontes de energia renovável, e são discutidas e encaradas como uma necessidade para a preservação do meio ambiente e um mundo mais sustentável. Uma destas fontes renováveis é a tecnologia fotovoltaica, que vem conquistando espaço, e sua capacidade instalada vem aumentando significativamente.

Os países líderes em capacidade instalada para geração de energia fotovoltaica são China, Alemanha, Japão e Estados Unidos. A Alemanha produz grande parte da sua energia por meio de painéis solares, e o seu plano energético em longo prazo é abandonar todas as fontes energéticas poluentes até 2022, inclusive desligando as usinas nucleares (ENOVA SOLAR, 2016).

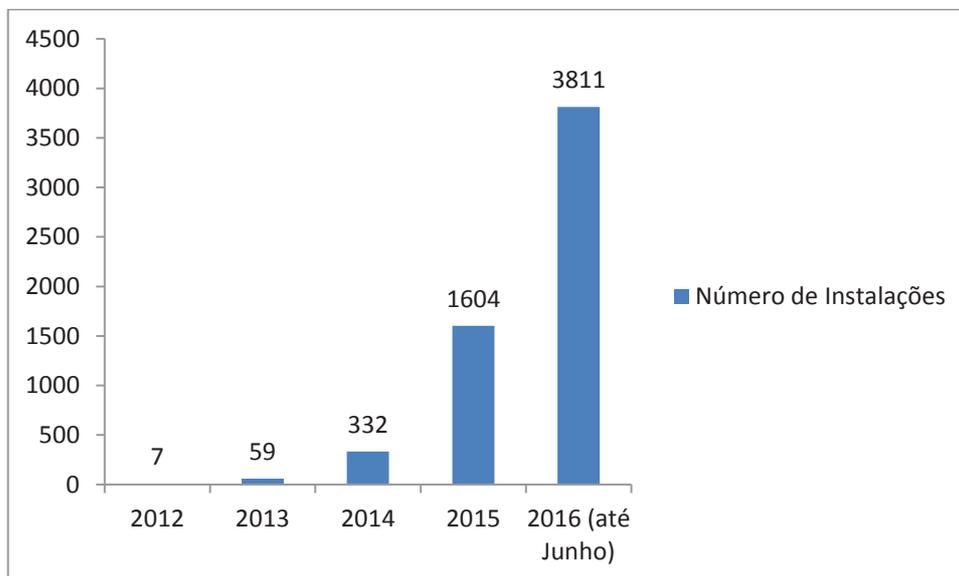
O Brasil começou a implantar energia solar fotovoltaica a partir de 2012, quando foi publicada a Resolução Normativa nº 482, em 17 de abril de 2012, pela ANEEL. Esta resolução estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e também cria o sistema de compensação de energia elétrica.

As perspectivas para o futuro em relação à energia solar fotovoltaica, segundo dados da Agência Internacional de Energia (2016), é que este tipo de geração representará em torno de 10% da matriz energética em 2050. Porém, o destaque é que 60% corresponderá à geração distribuída, ou seja, a geração em instalações residenciais, comerciais e industriais.

No Brasil, a partir de 2030 é previsto que a geração distribuída tenha uma rápida evolução, principalmente com a liderança de instalações na área residencial devido à implementação de políticas de incentivo (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2015).

O Gráfico 4.1 apresenta do número de instalações para geração de energia fotovoltaica (geração distribuída), segundo a ANEEL (2016):

Gráfico 4.1 - Número de Instalações de Geração Fotovoltaica no Brasil

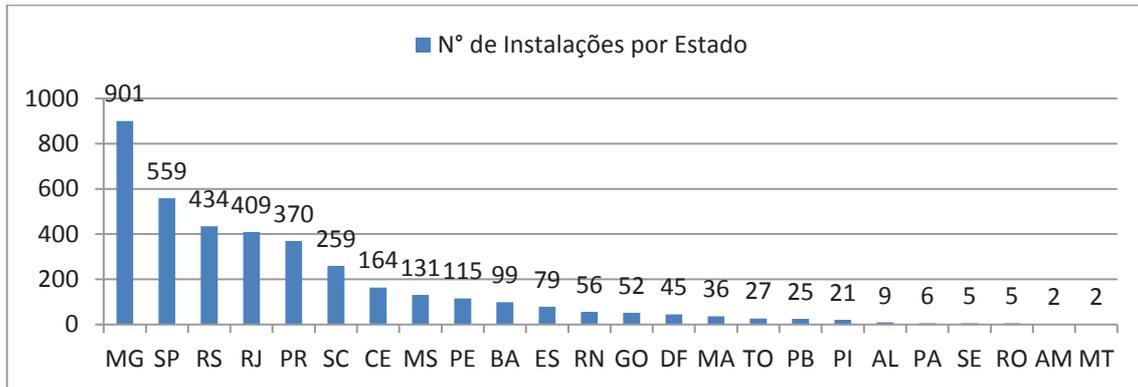


Fonte: ANEEL (2016)

No primeiro ano da publicação da Resolução Normativa nº 482, apenas sete sistemas fotovoltaicos foram instalados e ligados ao sistema nacional de energia elétrica. Contudo, o seu crescimento é notável, pois em 2013 cresceu 742,85% em relação ao ano anterior, 2014 (462,71%), 2015 (383,13%) e, em junho de 2016, havia 3811 instalações ligadas.

No Gráfico 4.2 é mostrado o número de instalações de geração fotovoltaica por estado no ano de 2016.

Gráfico 4.2 - Número de Instalações de Geração Fotovoltaica por Estado



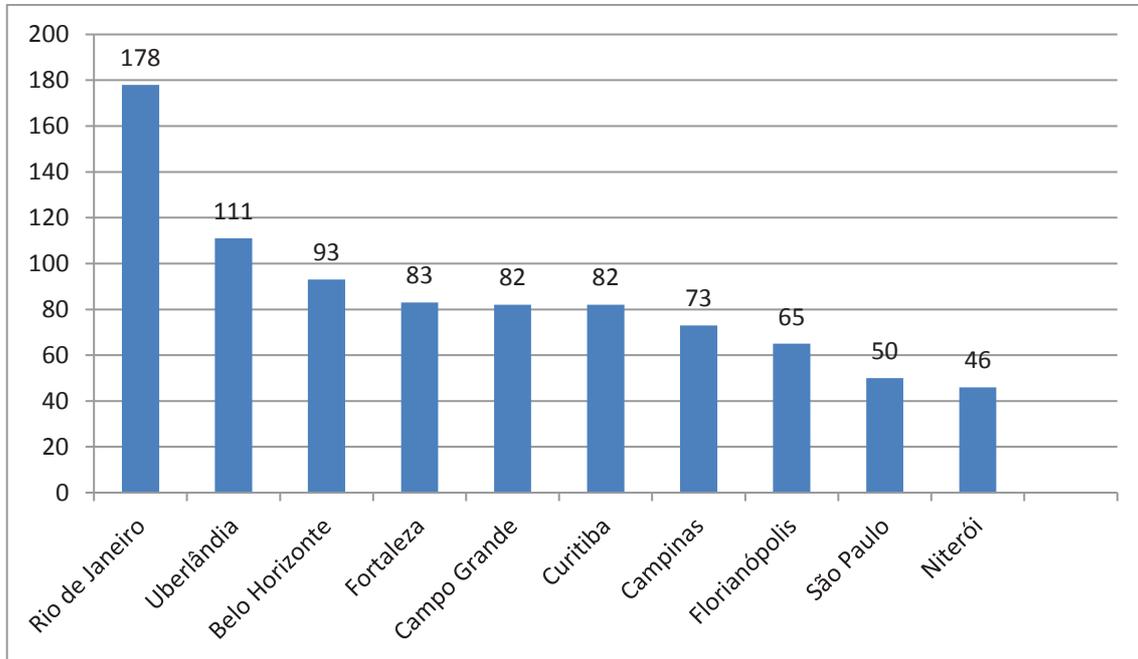
Fonte: ANEEL (2016)

O gráfico mostra que os estados com o maior número de instalações de sistema de geração fotovoltaica são Minas Gerais (901), São Paulo (559), Rio grande do Sul (434) e Rio de Janeiro (409). Os estados que não têm instalações de geração de energia fotovoltaica são Acre, Amapá e Roraima.

Segundo a ANEEL (2016), a atual penetração dos sistemas fotovoltaicos *On-Grid* (conectados à rede) ainda é muito baixa, e destaca que apenas 14,22% dos municípios brasileiros possuem ao menos um sistema registrado na Agência. Então, 85,78% dos municípios não possuem sistemas de geração solar fotovoltaica, o que gera uma potencial perspectiva para o crescimento desse tipo de geração de energia.

O Enova Solar (2016) menciona as cidades com maior número de sistemas fotovoltaicos conectados à rede, que são apresentadas no Gráfico 4.3.

Gráfico 4.3 - As 10 Cidades que mais possuem Sistemas Fotovoltaicos



Fonte: ANEEL (Julho/2016)

O gráfico mostra que o Rio de Janeiro é a cidade com o maior número de sistemas FV no Brasil (178 sistemas), seguido de Uberlândia (111), Belo Horizonte (93) e Fortaleza (83).

A seguir, é abordada a geração de energia FV no Brasil.

4.2 GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

A ANEEL promoveu a Consulta Pública nº 15/2010 (de 10/09 a 9/11/2010) e a Audiência Pública nº 42/2011 (de 11/08 a 14/10/2011), com o objetivo de debater os dispositivos legais que tratam da conexão de geração distribuída de pequeno porte na rede de distribuição. Estas visavam criar uma legislação para a geração de energia fotovoltaica no Brasil.

O resultado foi a Resolução Normativa nº 482, de 17/04/2012, e estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, e criou o sistema de compensação de energia correspondente. Isso permite

que o consumidor brasileiro possa gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis.

Pouco tempo depois, a Resolução Normativa nº 414/2010 foi publicada pela ANEEL, com o objetivo de reduzir os custos e o tempo para a conexão da micro e minigeração, e compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento. Em 2015, com intenção de aumentar o público-alvo e melhorar as informações na fatura, a ANEEL realizou a Audiência Pública nº 26/2015 (de 7/5/2015 a 22/6/2015) que culminou com a publicação da Resolução Normativa - REN nº 687/2015, a qual revisou a REN nº 482/2012 e a seção 3.7 do Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST.

O Sistema de Compensação (*net metering*) ocorre quando a energia ativa injetada por uma unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida à distribuidora local e, posteriormente, compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade. O consumidor de energia, seja ele pessoa física ou jurídica, instala painéis fotovoltaicos para geração própria que é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade. Quando a geração for maior que o consumo, o saldo positivo de energia poderá ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário ou na fatura do mês subsequente.

Quanto à geração, a Resolução Normativa nº 482 deixa bem claro que:

- microgeração distribuída é uma central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada à rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras;
- minigeração distribuída é a central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

As distribuidoras que ligam a unidade produtora de energia ao sistema nacional devem adequar seus sistemas comerciais e elaborar ou revisar as normas técnicas para tratar do acesso de microgeração e minigeração distribuída, utilizando como referência o PRODIST, as normas técnicas brasileiras e, de forma complementar, as normas internacionais.

Segundo a ANEEL (2016), a solicitação de acesso é o requerimento formulado pelo acessante (consumidor), e que, uma vez entregue à acessada (distribuidora), implica na

prioridade de atendimento, de acordo com a ordem cronológica de protocolo. O quadro a seguir demonstra o protocolo definido pela ANEEL.

Quadro 4.1 - Fluxo para os Procedimentos para Acesso a Mini e Microgeração Distribuída

Procedimento	Quem solicita	Prazo para retorno
Fazer solicitação de Acesso	Cliente	-
Emitir parecer de Acesso	Distribuidora	15 dias
Comprar e instalar a geração	Cliente/empresa fornecedora do sistema	120 dias
Solicitar a vistoria	Cliente	-
Realizar a vistoria	Distribuidora	7 dias
Entregar o relatório com pendências	Distribuidora	5 dias
Regularizar aspectos técnicos	Cliente/empresa fornecedora do sistema	-
Aprovar o ponto, trocar medição e iniciar o sistema de compensação	Distribuidora	7 dias

Fonte: ANEEL (2016)

Todo processo tem prazos para a sua efetivação conforme o fluxo demonstrado no Quadro 4.1. A solicitação de acesso deve conter o Formulário de Solicitação de Acesso para micro e minigeração distribuída, disponíveis nos Anexos II, III e IV da seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST, determinados em função da potência instalada da geração.

O projeto de micro ou minigeração distribuída (realizado por um engenheiro elétrico) deve ser protocolado em formulário específico na distribuidora, acompanhado dos documentos pertinentes, não cabendo à distribuidora solicitar documentos adicionais àqueles indicados nos formulários padronizados. Se a documentação for incompleta, a distribuidora deve, imediatamente, recusar o pedido de acesso e notificar o acessante sobre todas as informações pendentes, devendo o acessante realizar uma nova solicitação de acesso após a regularização das pendências identificadas.

A distribuidora deverá emitir o parecer de acesso, que é um documento formal obrigatório apresentado pela acessada, sem ônus para o acessante, em que são informadas as condições de acesso e os requisitos técnicos que permitam a conexão das instalações do acessante com os respectivos prazos.

O prazo máximo para elaboração do parecer é de 15 dias para microgeração e de 30 dias para minigeração. Esses prazos são dobrados caso haja necessidade de obras de melhorias ou reforços no sistema de distribuição acessado. A distribuidora tem a

responsabilidade pela coleta das informações das unidades geradoras junto aos micro e minigeradores distribuídos e envio dos dados à ANEEL para fins de registro.

Depois de instalado o sistema, a distribuidora deve colocar o sistema de medição que tem uma funcionalidade de medição bidirecional de energia elétrica (medição de consumo e de geração). A medição bidirecional pode ser realizada por meio de dois medidores unidirecionais, um para aferir a energia elétrica ativa consumida e outro para a energia elétrica ativa gerada. A distribuidora é responsável por adquirir e instalar o sistema de medição, sem custos para o acessante.

A ANEEL (2016) afirma que é dispensável a assinatura dos contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora para os participantes do sistema de compensação de energia elétrica, sendo suficiente a emissão, pela distribuidora, do Relacionamento Operacional para a microgeração, ou a celebração do Acordo Operativo para minigeração.

Em relação ao Sistema de Compensação de Energia Elétrica, a Resolução Normativa nº 482/2012 permite que a energia excedente gerada pela unidade consumidora com micro ou minigeração seja injetada na rede da distribuidora, a qual funcionará como uma bateria, armazenando esse excedente. Quando a energia injetada na rede for maior que a consumida, o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário (para consumidores com tarifa horária) ou na fatura dos meses subsequentes. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses.

Há ainda a possibilidade de o consumidor utilizar esses créditos em outras unidades previamente cadastradas dentro da mesma área de concessão e caracterizadas como autoconsumo remoto, geração compartilhada ou integrante de empreendimentos de múltiplas unidades consumidoras (condomínios), em local diferente do ponto de consumo.

A Resolução deixa claro que as unidades consumidoras conectadas em baixa tensão, ainda que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, será devido ao pagamento referente ao custo de disponibilidade – valor em reais equivalente a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico).

4.2.1 Os impostos na geração de energia

A definição sobre a cobrança de impostos e tributos federais e estaduais não é de competência da ANEEL, cabendo à Receita Federal do Brasil e às Secretarias de Fazenda Estaduais tratar da questão (ANEEL, 2016).

O ICMS é um tributo estadual aplicável à energia elétrica. Com respeito a micro e minigeração distribuída, é importante esclarecer que o Conselho Nacional de Política Fazendária - CONFAZ aprovou o Convênio ICMS 6, de 5 de abril de 2013, estabelecendo que o ICMS apurado teria como base de cálculo toda energia que chega à unidade consumidora proveniente da distribuidora, sem considerar qualquer compensação de energia produzida pelo microgerador. Com isso, a alíquota aplicável do ICMS incidiria sobre toda a energia consumida no mês. Após interações da Agência com o Ministério da Fazenda, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério de Minas e Energia e com o Congresso Nacional, o CONFAZ publicou o Convênio ICMS 16, de 22/4/2015, que revogou o Convênio ICMS 6/2013 e autorizou as unidades federadas a conceder isenção nas operações internas relativas à circulação de energia elétrica, sujeitas a faturamento sob o sistema de compensação de energia. Dessa forma, nos estados que aderiram ao Convênio ICMS 16/2015, o ICMS incide somente sobre a diferença entre a energia consumida e a energia injetada na rede no mês. Para aqueles estados que não aderiram ao novo Convênio, mantém-se a regra anterior, na qual o ICMS é cobrado sobre todo o consumo, desconsiderando assim a energia injetada na rede por micro ou minigeração. Os estados que não aderiram e ainda cobram ICMS, inclusive da energia gerada, são: Santa Catarina, Paraná, Espírito Santo, Amazonas e Amapá.

Em relação ao PIS/COFINS, não existia até outubro de 2015 uma legislação ou orientação da Receita Federal esclarecendo como deveria ser realizada a cobrança para os casos de micro e minigeração distribuída. No entanto, com a publicação da Lei nº 13.169/2015, de 6/10/2015, resultado de várias gestões da ANEEL junto ao Ministério de Minas e Energia e ao Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, a incidência do PIS e COFINS passou a acontecer apenas sobre a diferença positiva entre a energia consumida e a energia injetada pela unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída. Tendo em vista que o PIS e a COFINS são tributos federais, a regra estabelecida pela lei vale igualmente para todos os estados do país.

4.3 A CADEIA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Neste item aborda-se a cadeia de energia elétrica no Brasil. Primeiramente, deve-se destacar que a indústria de energia elétrica é, basicamente, composta por geradores espalhados pelo país, pelas linhas de transmissão e pela distribuição de energia, que compõem

a chamada indústria de rede. Todo o sistema é eletricamente conectado, e exige o balanço constante e instantâneo entre tudo o que é produzido e consumido. No aspecto regulatório, a indústria de energia elétrica é constituída por agentes independentes que, ou produzem, ou transportam ou comercializam a energia elétrica (ABRADEE, 2017).

A figura a seguir mostra como é a cadeia da indústria de energia elétrica.

Figura 4.1 – Cadeia da Indústria da Energia Elétrica



Fonte: Autor baseado na ANEEL (2017)

Em síntese, a cadeia da indústria da energia é composta por quatro atores: os geradores, empresas de transmissão, as distribuidoras e o consumidor (pessoa física ou pessoa jurídica).

A geração é responsável por produzir energia elétrica e injetá-la nos sistemas de transporte (transmissão e distribuição) para que chegue aos consumidores. Segundo a ANEEL (2017), o Brasil possui 4.665 empreendimentos geradores, totalizando 152.196.942 kW de potência instalada. Está prevista para os próximos anos uma adição de 24.575.802 kW na capacidade de geração do país, proveniente dos 272 empreendimentos atualmente em

construção e mais 546 em empreendimentos com construção não iniciada. A tabela a seguir mostra os empreendimentos geradores de energia elétrica no Brasil.

Tabela 4.4 - Empreendimentos Geradores de Energia Elétrica no Brasil

Tipo	Quantidade	Percentual
CGH – Central Geradora Hidrelétrica	611	0,35
EOL – Central Geradora Eólica	428	6,88
PCH – Pequena Central Hidrelétrica	435	3,27
UFV – Central Geradora Solar Fotovoltaica	44	0,02
UHE – Usina Hidrelétrica	219	61,25
UTE – Usina Termelétrica	2.926	26,93
UTN – Usina Termonuclear	2	1,30
Total	4.665	100

Fonte: ANEEL (2017)

Grande parte da geração de energia elétrica vem das usinas hidrelétricas (61,25%), seguidas das usinas termelétricas (26,93%), sendo que, somados estes empreendimentos, geram mais de 88% de toda energia consumida no Brasil. As centrais geradoras de energia fotovoltaicas somam 44 unidades e geram 0,02% da energia elétrica no Brasil.

A transmissão é o transporte de grandes quantidades de energia provenientes das usinas geradoras. A interrupção de uma linha de transmissão pode afetar cidades inteiras e até mesmo estados. No Brasil, esse segmento conta com 77 concessionárias, responsáveis pela administração e operação de mais de cem mil quilômetros de linhas de transmissão espalhadas pelo país, conectando os geradores aos grandes consumidores ou, como é o caso mais comum, às empresas distribuidoras. No Brasil, o segmento de transmissão é aquele que se caracteriza por operar linhas em tensão elétrica superior a 230 mil Volts (ABRADEE, 2017).

E a distribuição, que é o segmento que recebe grande quantidade de energia do sistema de transmissão e a distribui de forma pulverizada para consumidores médios e pequenos. No Brasil, esse segmento é composto por 64 concessionárias, as quais são responsáveis pela administração e operação de linhas de transmissão de menor tensão (abaixo de 230 mil Volts), mas principalmente das redes de média e baixa tensão, como aquelas instaladas nas ruas e avenidas das grandes cidades. É a empresa distribuidora quem faz com que a energia elétrica chegue às residências e pequenos comércios e indústrias.

A tabela a seguir mostra o número de concessionárias de distribuição de energia elétrica e a origem de seu capital.

Tabela 4.5 - Número de Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica e Origem de seu Capital

Capital (origem)	Número de Concessionárias
Privado	47
Público – Municipal	3
Público – Estadual	8
Público – Federal	6
Total	64

Fonte: ABRAADE (2017)

Na sua grande maioria são distribuidoras de capital privado, mas ainda há empresas públicas que realizam a distribuição de energia. Do total da energia distribuída no Brasil, o setor privado é responsável pela distribuição de, aproximadamente, 60% da energia, enquanto as empresas públicas se responsabilizam por, aproximadamente, 40%.

A ANEEL (2017) menciona que no Brasil há mais de 77 milhões de Unidades Consumidoras (UC), termo que corresponde ao conjunto de instalações/equipamentos elétricos caracterizados pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor. E deste total de unidades consumidoras, 85% são residenciais.

Neste trabalho, o foco está na geração fotovoltaica em empresas, mas que dependem do setor de distribuição, pois esta geração só pode ser ligada no Sistema Elétrico Nacional se as distribuidoras autorizarem. Portanto, tem ligação com distribuição de energia, que é um setor dos mais regulados e fiscalizados do setor elétrico, além de prestar serviço público sob contrato com o órgão regulador do setor, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a própria Agência edita resoluções, portarias e outras normas para o funcionamento adequado do setor de distribuição, sendo muito rigorosa com sua fiscalização.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados apresenta, em um primeiro momento, os dados empíricos, com as informações das distribuidoras de energia, as empresas que comercializam o sistema de geração fotovoltaico, e dos consumidores que adquiriram o sistema FV. Posteriormente, faz-se uma análise de dois modelos de negócios que fazem parte deste trabalho: o PSS orientado ao produto e o PSS orientado ao uso.

5.1 DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA

O estudo entrevistou duas distribuidoras de energia (D1 e D2) localizadas no Norte do Rio Grande do Sul, que atendem poucos municípios, mas atuam no mercado há alguns anos.

A D1 é uma distribuidora que fornece energia elétrica nas cidades de Tapejara e Ibiaçá, com área de concessão de 17,26 km² e válida até 2017. É de capital privado e composta, atualmente, por 63 quotistas, em sua maioria descendentes e herdeiros ou sucessores dos primeiros sócios. Possui certificação de Sistema de Gestão da Qualidade, conforme os requisitos da ISO 9001-2008.

Localizada em Tapejara, foi fundada em 1944 e, naquela época, tratava-se de um distrito de Passo Fundo, de modo que a geradora era isolada do sistema energético do estado. Construiu-se a usina Avante, que proporcionou o desenvolvimento da região com a iniciativa de três Tapejarenses que fundaram uma empresa de iniciativa particular, em um ramo de negócios que era uma exclusividade do estado, e o produto era a geração e distribuição de energia elétrica.

A usina hidrelétrica tinha a capacidade de geração de energia de 80 kVA. No final do ano de 1947 ocorreu a ampliação da capacidade geradora, construindo outra usina quinhentos metros abaixo da primeira e aproveitando parte da estrutura dela, com um gerador de 312 kVA, que entrou em funcionamento no início do ano de 1950. Esta energia gerada era para atender Tapejara e Ibiaçá. Todavia, com o passar do tempo a nova usina já não produzia o suficiente para atender a demanda desses dois municípios.

Em 1965, a Companhia Estadual de Energia Elétrica do Estado do Rio Grande do Sul - CEEE construiu uma linha de transmissão de Sertão à Tapejara, aportando o suprimento necessário à distribuidora de Tapejara. A usina foi desativada em 1992 por ter sido destruída

por uma grande enchente no Rio Ligeiro, passando a empresa a ser apenas distribuidora de energia elétrica.

Em 2001, entrou novamente em funcionamento a Usina Hidrelétrica Avante, que foi totalmente reconstruída, automatizada e equipada com uma turbina com potência de 1.000 kW e um gerador com potência de 1.250 KWA e tensão de 380 V. Está localizada às margens do Rio Ligeiro, no município de Ibiaçá, Rio Grande do Sul. Segundo a distribuidora, hoje a geração própria corresponde a aproximadamente 10% do total da energia consumida na área de concessão, sendo que o restante da energia é comprada da RGE para ser distribuída na sua área de atuação. A empresa atua somente na área urbana dos dois municípios e possui em torno de 11.000 clientes.

Segundo a ANEEL, que realiza pesquisas anualmente nas áreas de atuação das 63 distribuidoras de energia elétrica do país para avaliar o índice de satisfação do consumidor (IASC), nos anos de 2005 a 2010 e 2012, a distribuidora Energia de Tapejara classificou-se entre as 10 melhores distribuidoras do país.

A D2, por sua vez, está localizada no município de Carazinho, e tem seus primórdios em 1934, com a produção de energia em turbinas movidas por queda d'água de barragens construídas no início do século para operar as inúmeras serrarias circunvizinhas e, mais tarde, a indústria de raspa de mandioca e da celulose e pasta mecânica. Mas é em 7 de fevereiro de 1964 que é sancionada a lei constituindo a empresa como uma sociedade de economia mista e capital fechado, e que hoje é a maior e mais importante empresa do município.

Ela produz e distribui energia, sendo que 95% das ações pertencem ao município de Carazinho. Atualmente possui 150 funcionários e atende sete municípios e 31.500 clientes, conforme se apresenta na tabela a seguir.

Tabela 5.1 - Municípios e número de clientes atendidos pela Distribuidora D2

Municípios	Número de Clientes
Selbach	800
Colorado	850
Carazinho	23.500
Santo Antônio	800
Coqueiros	1050
Almirante Tamandaré	900
Chapada	4.000
Total	31500

Fonte: A empresa

A distribuidora possui geração própria de duas Usinas Hidrelétricas, produzindo em torno de 15% do total da energia consumida na área de concessão, sendo:

- PCH MATA COBRA, construída em 1962, com capacidade de geração de 2.400 kW, gerador de 3.750 kVA, localizada no rio da Várzea, no município de Almirante Tamandaré do Sul, na localidade de Mata Cobra, divisa com o município de Chapada, com área alagada de 68,0867 ha.

- PCH COLORADO, construída em 1955, com capacidade de geração de 1.000 kW, gerador de 1.400 kVA, localizada no rio Puitã, município de Tapera, divisa com o município de Selbach, com área alagada de 60,9452 ha.

Os 85% restantes de energia necessários para atender a região de atuação são comprados da RGE. Tem-se a possibilidade de comprar do mercado, mas conforme análise realizada pela empresa, ainda é vantajoso adquirir da atual fornecedora.

As distribuidoras, ao serem questionadas sobre como atuam no processo de instalação de um sistema de geração FV, mencionaram que tudo começa com um projeto. Este contém as especificações técnicas e de quanto o sistema vai gerar de energia. Segue a legislação regida pela ANEEL, sendo que todos os prazos devem ser respeitados, desde que cumpridos os requisitos necessários para a ligação do sistema FV na rede de distribuição de energia. Parte da documentação apresentada vai para ANEEL, pois cada sistema ligado na rede é contabilizado como um gerador de energia, o qual recebe o nome de geração distribuída.

Quando o projeto está aprovado, é dado o aval para a instalação do sistema com a garantia de que será ligado à rede, e aceito como uma geração de energia. Segundo as distribuidoras, a legislação é clara e não tem como recusar, a não ser por um argumento muito forte.

Para o reconhecimento da geração de energia são necessárias a vistoria e a instalação da medição. Este equipamento, chamado de medidor bidirecional, irá medir o quanto a unidade produtora gera de energia e coloca na rede, quando ela estiver produzindo mais do que consome. Ou quando esta unidade não está produzindo e sim consumindo a energia da distribuidora.

Em relação à rede de distribuição, ela está adequada e preparada para receber os sistemas FV, mas caso seja detectado um problema técnico, a distribuidora, juntamente com o interessado, irá viabilizar a instalação.

Quanto ao número de geração distribuída ligada à rede, a distribuidora em Tapejara mencionou seis sistemas, sendo quatro em residências, um em condomínio residencial e um em uma cooperativa. E a distribuidora de Carazinho tem três sistemas FV ligados à rede, todos em residências. De acordo com os entrevistados, a procura tem sido pequena, devido ao custo-benefício e o retorno, que é estimado de 6 a 8 anos. Nota-se pelas entrevistas que a

iniciativa de instalação parte das empresas que comercializam este tipo de equipamento no mercado, pelo interesse de crescimento das vendas e do próprio negócio.

A seguir, são relatadas informações das empresas que comercializam o sistema FV.

5.2 EMPRESAS QUE COMERCIALIZAM O SISTEMA DE GERAÇÃO FV

Foram realizadas entrevistas com cinco empresas (E1, E2, E3, E4 e E5) que comercializam os sistemas FV:

- a E1 está localizada em Passo Fundo e foi fundada em 2016. É uma empresa que trabalha somente com equipamentos para geração FV. O seu proprietário é um engenheiro mecânico que realizou vários cursos para trabalhar com esses sistemas e decidiu investir nessa área com tendências de crescimento no Brasil nos próximos anos.

- a E2 está localizada em Sarandí, com mais de oito anos no mercado, e que comercializa aquecedores de água. A partir da publicação da Resolução 482 da ANEEL e o interesse de uma empresa localizada na mesma cidade de gerar a sua energia, começou a atuar na venda do sistema de geração fotovoltaica.

- a E3 é uma empresa que se originou de um negócio já existente no ramo elétrico. Seu dono possui uma empresa que faz projetos e comercializa produtos elétricos na cidade de Erechim. Com dois anos de atuação, comercializa sistemas FV na região norte do Rio Grande do Sul e no estado de Santa Catarina.

- a E4 é uma empresa com 27 anos no mercado, atuando com projetos elétricos e comercialização de materiais elétricos, localizada em Erechim. O dono da empresa é engenheiro elétrico e viu uma oportunidade de negócio no segmento de geração de energia fotovoltaica. Segundo o entrevistado, é um segmento novo e com grandes possibilidades de crescimento no mercado, o que incentivou a trabalhar com projetos nessa área.

- a E5 é uma empresa de Curitiba que surgiu em 2015 com o foco de projetos em reformas sustentáveis, sem pensar em energia fotovoltaica. Mas, com a resolução 482 abriu-se a possibilidade de atuação nessa área de energia FV e buscou um modelo de negócio

diferenciado, o sistema FV por assinatura. Mas também, se for do interesse do cliente, ela comercializa o sistema.

As empresas que comercializam o sistema têm um papel importante na cadeia da geração de energia fotovoltaica. São elas que buscam o crescimento deste negócio, que a partir de 2012 expandiu consideravelmente no Brasil, oportunizando a criação de mais empresas nesta área.

Das empresas entrevistadas, a E1, E2, E3 e E4 comercializam o sistema, ou seja, o cliente compra todo o sistema de geração de energia fotovoltaica (produto). E a E5 possui um modelo de negócios diferente: ela faz assinatura do sistema de geração fotovoltaica. No primeiro caso, considera-se como um PSS orientado ao produto, sendo que a ênfase está na venda do produto físico; e no segundo caso é um PSS orientado ao uso, e a ênfase está no serviço a ser prestado ao comprador (MONT; TUKKER, 2006; BAINES et al., 2007).

Tudo começa com a apresentação de um projeto baseado na conta de luz dos últimos 12 meses. A empresa irá elaborar o projeto com todas as informações para o interessado, destacando o equipamento necessário, número de painéis, valores, tempo em que se paga o investimento (*payback*) e procura destacar o quanto irá economizar com a instalação do sistema.

A intenção é vender a solução completa para uma segurança da empresa que comercializa o produto, bem como para o cliente. Baseando-se na demanda de energia, análise do local a ser instalado o sistema, elabora-se um orçamento e, a partir disso, começa a negociação com o possível cliente.

Os sistemas FV são indicados para pequenos e médios consumidores de energia elétrica, que podem ser residenciais, comerciais e industriais. Para o pequeno consumidor, o retorno do investimento é mais longo (6 a 8 oito anos), mas aos médios consumidores o *payback* é mais interessante (a partir de 5 anos), levando-se em conta a remuneração do capital investido, bem como a inflação da energia, que geralmente é superior à inflação do país.

As negociações são longas, devido ao custo do equipamento e o trabalho de convencimento para uma aquisição do equipamento é um ato comum neste negócio. As negociações giram em torno de três a doze meses, e após a decisão positiva do cliente, a empresa providenciará junto com um engenheiro elétrico a entrega do projeto e documentação à distribuidora de energia para a análise. A distribuidora, dentro do prazo estipulado, irá dar

um parecer quanto ao projeto e, se aprovado, pode ser instalada a geração de energia, mas caso tenha ajustes, estes terão que ser feitos e apresentados novamente à distribuidora.

Somente com a aprovação do projeto junto à distribuidora de energia é que as empresas providenciarão a compra e instalação dos equipamentos nas residências, pontos comerciais ou indústrias que adquirirem.

5.3 CONSUMIDORES QUE INSTALARAM O SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Neste trabalho, o foco foi entrevistar empresas que adquiriram o sistema de geração FV. São pessoas jurídicas, comércio e indústria, não sendo entrevistados consumidores residenciais. Foram cinco entrevistas com consumidores com CNPJ: C1, C2, C3, C4 e C5. A seguir, são apresentadas algumas informações sobre esses consumidores:

- o C1 é um mercado na cidade de Sarandi, com 11 anos em funcionamento, cinco funcionários e mais o casal de sócios. Instalou o sistema de geração FV há onze meses, e o seu interesse por esta tecnologia se deveu ao alto custo operacional com energia elétrica. Possui câmaras frias, *freezers*, geladeiras e equipamentos que consomem energia e, na busca da redução do valor pago, adquiriu o produto para a geração FV;

- o C2 é outro mercado, na cidade de Barão de Cotegipe, fundado em 2005, com sete funcionários e mais três sócios da família. Segundo, sendo que o gerente tem uma conta de energia elétrica muito alta, devido aos diversos equipamentos necessários ao funcionamento. Sem energia, o mercado não funciona, por isso adquiriram um gerador para quando falta energia, e há sete meses começaram a gerar energia elétrica com a instalação do sistema FV. O motivo que levou a adquirir esse sistema foi reduzir o valor pago na conta de luz;

- o C3 é uma malharia com 36 anos de existência, fundada por um pequeno agricultor que comprou uma máquina para tecer e, a partir dessa, começou a aumentar a sua produção. Produz e comercializa produtos de lã para o inverno – blusas, coletes, casacos, entre outros. É uma empresa familiar, com fábrica e loja administradas pelo fundador, esposa e mais três filhos, e conta com 27 funcionários. Atende os mercados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. Os equipamentos utilizados na produção são

máquinas importadas do Japão, Alemanha e, ultimamente, da China, e que, apesar da tecnologia, consomem bastante energia. A busca pela geração fotovoltaica deveu-se ao consumo de energia elétrica, sendo seu aumento superior a 10% ao ano, tornando-se um dos insumos que mais impacta no custo final do produto. Após uma viagem à Europa, o fundador verificou que na Alemanha a geração fotovoltaica era bastante difundida, o que despertou o seu interesse. Voltando ao Brasil, começou a pesquisar e decidiu comprar um sistema FV, e a instalação aconteceu há dois anos, sendo a expectativa de retorno do capital investido de seis anos.

- o C4 está localizado em Erechim e é uma empresa de comércio de materiais elétricos, também trabalhando com projetos elétricos, com mais de 15 anos de existência. A instalação do sistema de geração fotovoltaica se deu pelo interesse em começar a comercializar este equipamento. Além de ser a vitrine para este novo produto da empresa, também trouxe benefícios à própria empresa, pois reduziu a conta da luz em 90% do valor.

- o C5, por fim, é uma empresa em Erechim que trabalha com projetos elétricos e foi a primeira instalação de geração fotovoltaica no município. Gera energia para residência do sócio e para a empresa, com o objetivo de trabalhar com a comercialização desse produto e, para isso, instalou em sua residência para servir como um modelo na demonstração aos clientes.

Dos três consumidores entrevistados, o C3 foi em busca de informações e empresas que instalavam esse sistema e os C1 e C2 foram procurados por empresas que comercializam o produto. Todos mencionaram que a busca desse equipamento é para diminuir custos operacionais com a energia elétrica.

As empresas que instalaram o sistema apresentaram um orçamento e o projeto com base no local onde seria instalado o equipamento. Esclareceram tudo o que tinha de ser feito, os ajustes técnicos necessários nas empresas, bem como todos os trâmites junto à distribuidora de energia, referente a documentos e solicitações necessárias.

Todas demoraram para se decidir pela compra do equipamento – mais de seis meses –, devido ao alto custo, poucas informações sobre a eficiência do sistema – as únicas eram da própria empresa vendedora. Isso gerou insegurança, mas que foi superada depois de certo tempo, com a satisfação pelo retorno em termos de geração de energia. Inclusive, o C2 estará ampliando o número de painéis no sistema para que possa gerar mais energia, devido à aquisição de mais equipamentos para o mercado, e à inclusão de outros espaços (outras

contas, como residência da família, por exemplo) para serem atendidos com essa geração de energia elétrica.

5.4 BENEFÍCIOS E BARREIRAS DO PSS PARA OS ATORES

As entrevistas apontaram alguns benefícios para os atores, que são salientadas na literatura. As empresas que adquiriram o sistema de geração FV enfatizam o benefício financeiro em termos de redução na conta de energia elétrica, apesar de ter um custo muito alto para a sua aquisição (MONT; TUKKER, 2006; LABANCA et al., 2015). Esta afirmação foi salientada por duas empresas, sendo que um dos entrevistados mencionou:

“É caro, mas em termos financeiros tem reduzido em torno de 80% da conta de energia” (C3).

O produto é personalizado, pois é desenvolvido exatamente para o consumo de energia elétrica e ajuda a maximizar os resultados, principalmente quando o custo da energia tem grande representatividade no custo operacional da empresa (BAINES et al., 2007; AURICH et al., 2010). Um dos entrevistados destacou que o aumento da energia anual é maior que a inflação, o que torna interessante a geração distribuída.

Também, mencionou-se o fato de eliminar a emissão de CO₂ e colaborar com o meio ambiente (KRUCKEN; MERONI, 2006). Esse fato foi comentado pelas empresas que comercializam o sistema fotovoltaico, as quais também veem uma preocupação com ações sustentáveis, mas claro que todas salientaram que o benefício econômico é o mais visado (TUKKER; HALEN, 2003).

As concessionárias destacam que os consumidores têm benefícios econômicos, e ainda é positivo para o meio ambiente, mas elas são prejudicadas, pois deixam de ganhar receita com a geração distribuída.

Quanto aos incentivos para instalação de sistemas fotovoltaicos, as empresas que comercializam mencionaram os incentivos fiscais, sendo que os estados não cobram ICMS da energia gerada, exceto cinco estados que não abriram mão deste imposto. Uma das empresas destacou a cidade de Palmas, no Tocantins, que possui o IPTU verde, em que as residências, comércio e indústria que instalarem o sistema fotovoltaico têm 80% de desconto no IPTU, sendo que esse desconto diminui progressivamente até ser extinto em 20 anos. Além disso,

este incentivo é dado no ISS pago pelas empresas que comercializam o sistema FV, com desconto de 80%. Kuo (2010) salienta que a falta de leis ou incentivos (por exemplo, isenção de impostos) pode beneficiar um PSS ou simplesmente o tornar não atrativo. Ao contrário de Palmas, no Tocantins, alguns estados ainda cobram ICMS da energia gerada em residências, indústrias e comércio, o que se torna uma barreira para o PSS na geração fotovoltaica.

Para as distribuidoras não existem incentivos, apenas tiveram que se adequar à legislação que a ANEEL criou. Quanto aos consumidores, também mencionaram não haver incentivos, e sim algumas barreiras para a aquisição da geração FV.

As barreiras mencionadas são o alto custo na aquisição do equipamento, a falta de linhas de financiamentos com juros mais acessíveis, sendo que alguns bancos até exigem certificação ambiental. O mercado não tem demonstrado um conhecimento sobre a geração de energia fotovoltaica, com falta de informação sobre o assunto, além de muitas informações desencontradas, o que gera desconfiança de que não daria certo esse sistema de geração de energia (GOEDKOOOP et al., 1999; BAINES et al., 2007).

Em relação às distribuidoras e empresas que comercializam o sistema FV, mencionaram que a principal barreira é o alto custo de instalação, mas que tem reduzido consideravelmente nestes últimos três anos, tornando-se mais acessível. Em alguns anos, pode tornar-se uma grande fonte de geração de energia com um custo bem mais em conta.

Alguns riscos foram apontados pelas empresas comercializadoras, como a legislação, que pode ser alterada, pois o governo tem esta característica de várias mudanças. E o aumento da concorrência, por ser um mercado em grande expansão (AZARENKO et al., 2009; KUO et al., 2010). Para as distribuidoras, o risco é o aumento de unidades geradoras fotovoltaicas com perda de receita, e um investimento para gerenciar esta geração, pois são necessárias estrutura física e tecnológica. E os consumidores disseram que o risco estava em investir e o sistema não trazer o benefício esperado em termos de geração de energia e diminuição da conta mensal paga as distribuidoras.

5.5 ANÁLISE DAS TÁTICAS NA IMPLANTAÇÃO DO PSS

Neste item se faz uma análise dos casos estudados na pesquisa. Foram pesquisados dois tipos de PSS em geração de energia fotovoltaica que se detectou no Brasil: o orientado ao produto e o orientado ao uso. Na implementação de um PSS apontam-se quatro táticas que compõem esta operacionalização, e estas são analisadas para entender melhor um modelo de

negócio de geração FV. As táticas são: contratos, *marketing*, *design* de produtos e serviços e redes de atores (BAINES et al., 2007; REIM et al., 2015).

5.5.1 As táticas no PSS orientado ao produto

O PSS orientado ao produto é um modelo de negócios em que a satisfação do cliente vem principalmente de um sentimento de conveniência, pois cria-se um valor diretamente sobre o produto. Nesse modelo, ocorre a venda do produto físico, sendo que a posse é do consumidor, e com ele serviços extras agregando valor (CHOU et al., 2015; BARQUET et al., 2016).

5.5.1.1 Contratos

No PSS orientado ao produto existem dois contratos quando se trata de uma geração distribuída. Um contrato entre a distribuidora de energia e o consumidor, e outro entre a empresa que comercializa o sistema de energia FV e o consumidor.

O contrato entre a distribuidora e o consumidor é feito depois da solicitação de acesso ao sistema, ajustes de todas as pendências e a colocação do medidor bidirecional para contabilizar a geração e o consumo de energia. Segundo as distribuidoras, este contrato segue a regulamentação da ANEEL e versa sobre os termos de responsabilidades e medição (Resolução n. 482/2012). As responsabilidades da distribuidora são colocar o medidor, avaliar e encaminhar a documentação para a ANEEL.

Quanto ao consumidor, sua responsabilidade é zelar pelo equipamento e pagar as taxas cobradas pela distribuidora, definidas pela ANEEL, que é de 30 kW para a linha monofásica e 100 kW para linha trifásica, e o consumo de energia, caso utilize a energia da distribuidora.

Quanto ao outro contrato, é entre o fornecedor do equipamento e o consumidor. É um contrato de compra e venda, em que o produto passa a pertencer ao cliente. Uma das empresas salientou o fato de o contrato mencionar que o produto tem 25 anos de garantia, e a instalação e colocação em funcionamento é de três meses.

5.5.1.2 Marketing

O *marketing* é utilizado para se comunicar com os clientes ou outros atores e, além da comunicação e interação, também busca informações no mercado para melhorias dos produtos/serviços das empresas (GAO et al., 2011; REIM et al., 2015).

As distribuidoras de energia comunicam a geração distribuída apenas via *site*, com orientações, arquivos para auxiliar no envio dos projetos, e também aguardam o contato para dirimir dúvidas por *e-mail*, telefone e presencialmente. Uma delas salientou que somente se cumpre a legislação da ANEEL, e que não é interessante, pois ocorre a perda de receita.

“Divulga-se somente no site. O motivo é a perda de receita. E quando for maciço vai ser difícil a gestão. Você precisa de software” (D1).

A preocupação se dá em ter um aumento nos consumidores geradores, o que traria custos para a distribuidora em termos de gestão e perda de receita, pois não comercializariam a energia a esses clientes.

Existe uma troca de informações entre as concessionárias, mas aquelas de mesmo porte, principalmente com cooperativas elétricas e distribuidora na área rural. Com as grandes distribuidoras há dificuldades, pois não demonstram interesse e são restritas.

Quanto às empresas que comercializam o sistema, estas se utilizam muito do *marketing*, pois querem buscar mais consumidores com interesse na geração de energia FV. Possuem *folders*, utilizam-se de *e-mail marketing*, redes sociais e muito boca a boca.

Uma das estratégias de divulgação é um *site* bem elaborado, com informações e, quando entram em contato, procuram agendar para expor o produto. Utilizam-se de maquetes, apresentações no computador, e todas levam o interessado a um cliente que já tem o sistema instalado. Consideram que o cliente com um sistema é uma boa maneira de demonstrar a geração de energia e possibilitar uma nova venda.

Os consumidores que instalaram o sistema de geração fotovoltaica mencionaram que não estão utilizando como apelo comercial esta forma de geração de energia. O interesse deles era o econômico, ou seja, redução na conta de luz. Contudo, recebem visitas de pessoas físicas e jurídicas buscando informações, pois têm interesse em instalar o sistema.

Geralmente, as visitas são indicação da empresa que instalou:

“A empresa que instalou utiliza nossa empresa como maneira de demonstrar o produto, então encaminha os interessados para visitar e ver o funcionamento” (C3).

Os meios de comunicação, como jornais, rádio e televisão, procuram para realizar reportagens e divulgação de notícias, destacando a geração de energia relacionada ao meio ambiente. Apenas um dos consumidores que instalaram o sistema utilizou-se da rede social Facebook para divulgação de ter geração própria de energia, pois foi o primeiro comércio da região a ter esse tipo de geração.

5.5.1.3 *Design* do Produto e Serviço

O *design* do produto e serviço é importante, pois determina alguns aspectos, como funcionalidade e personalização, e é dessa forma que se planeja um produto e o serviço para atender as necessidades dos clientes (AURICH et al., 2006; AZARENKO et al., 2009).

As distribuidoras afirmam que analisam os equipamentos e sua procedência, para garantir segurança à rede em que o sistema de geração FV está sendo ligado. Equipamentos sem certificação não são aceitos, pois a ANEEL exige que tenham procedência com certificação. Toda a rede está adequada aos padrões exigidos, mas caso tenha algum problema, será solucionado dentro dos prazos estipulados pela regulamentação. Quanto às instalações internas, o consumidor é responsável pelas adequações com o auxílio do engenheiro elétrico que elaborou o projeto (empresa que está fornecendo o equipamento).

Os equipamentos usados na instalação devem seguir a ABNT e ter certificação do INMETRO. No projeto estão relacionados todos os equipamentos que serão instalados, então a distribuidora busca as informações por meio dos selos indicados nos produtos. Caso for necessário, sugere-se a troca, mas sem mencionar marcas.

Todo equipamento instalado não pode produzir mais energia do que o seu consumo médio anual. Se o projeto for apresentado desta maneira, ele terá ajustes para ser aprovado. Quanto à análise da distribuidora, ela se dá nos aspectos técnicos, para evitar problemas no sistema de energia.

As empresas que comercializam o equipamento mencionaram que as marcas comercializadas têm certificação e possuem qualidade. Na grande maioria são importados, mas algumas fábricas no Brasil estão produzindo os painéis fotovoltaicos. Todo o sistema tem

garantia e durabilidade de 25 anos do fabricante, e os painéis perdem rendimento de 0,7% ao ano. Mesmo passando-se 25 anos, os painéis continuam gerando energia.

No projeto, analisa-se o local de instalação e, assim, otimiza-se espaço, não comprometendo, visual e esteticamente, a empresa ou residência. E, ainda, é projetado para atender a demanda do consumidor baseando-se no consumo dos últimos 12 meses. Nunca será projetada a geração de energia maior que o seu consumo, pois a distribuidora de energia não irá aprovar o projeto.

Em relação às empresas que instalaram o sistema de geração fotovoltaica, essas comentam que estão satisfeitas com o produto, pois atenderam as expectativas. Não toma espaço e é projetado para o seu consumo. Duas delas salientaram que, além de gerar energia para a empresa, também atende as residências dos sócios. Outra mencionou que irá ampliar o número de placas para que possa gerar energia para a residência dos sócios, além da empresa.

5.5.1.4 Rede de Atores

Na geração distribuída, a rede de atores é constituída da distribuidora de energia, das empresas que comercializam o sistema fotovoltaico e dos consumidores. A distribuidora coordena este processo, pois a regulamentação exige dela o controle dos equipamentos que serão ligados no sistema nacional. Cabe a ela observar tecnicamente os projetos e exigir, caso seja necessário, adequações antes da efetiva ligação do sistema FV.

As empresas que comercializam os sistemas FV são as mais ativas nessa rede de atores, pois têm grande interesse em vender o produto. A partir da Resolução 482, surgiram muitas empresas que atuam com produtos para geração de energia fotovoltaica. Estas buscam parcerias para atender ao consumidor com empresas terceirizadas (mão de obra) para instalação dos sistemas, com engenheiros elétricos para a assinatura do projeto e com fornecedores dos equipamentos para esta geração.

Segundo as empresas, existe um grande número de fornecedores de equipamentos que podem ser nacionais e importados. Então a parceria é importante, pois são necessários preços competitivos, disponibilidade dos itens, qualidade e certificação exigida para que sejam comercializados os equipamentos no mercado.

O fato de haver um grande número de empresas que trabalham na comercialização de sistemas FV beneficia o consumidor em termos de preços competitivos e atendimento. Segundo os entrevistados, são várias empresas atuando neste ramo, mas é necessária uma

confiabilidade, este produto é recente no Brasil. Assim, há certo receio a respeito de sua eficiência e se realmente traz o retorno em termos de economia e diminuição de custos.

5.5.2 As táticas no PSS orientado ao uso

O PSS orientado ao uso é um modelo de negócios em que não ocorre a venda do produto físico, mas sim a sua locação. O fabricante ou uma empresa fica com a sua propriedade, e loca ao cliente para uso de determinado bem (TUKKER; TISCHNER, 2006; TUKKER, 2015). É exatamente isso que a empresa E5 faz: aluga sistemas fotovoltaicos. Segundo o seu dono, a ideia é o cliente comprar o serviço, mas garante que o modelo ainda não está pronto, e necessita de amadurecimento em termos de aceitabilidade pelo mercado.

O público-alvo são residências e comércios de pequeno porte, sendo que, no momento, só possuem sistemas instalados em residências em sistema de assinatura, como de televisão. O benefício que oferece é a produção de energia solar em troca de uma taxa mensal fixa, incluindo a sua manutenção. Em fevereiro possuíam dez sistemas no sistema de assinatura, e também venderam quatro sistemas de FV (PSS orientado ao produto).

Todo o interesse parte de uma adesão *on-line*, em que o cliente interessado agenda uma visita para demonstração do produto e seu funcionamento. Caso resulte em interesse será elaborado um projeto que será encaminhado à distribuidora de energia para a aprovação da instalação desse sistema FV. Se a distribuidora aprovar, será feito um contrato de prestação de serviços em que se disponibiliza o equipamento sem custo, pagando somente uma taxa mensal de R\$ 19,90 por painel instalado. O contrato tem vigência de 20 anos com renovação automática, período estimado em que o sistema gera energia, mas sabe-se que gera por mais tempo.

Haverá outro contrato com a distribuidora de energia, e este será entre cliente e distribuidora, visando efetivar que na residência ou comércio haja um sistema de geração FV ligado ao sistema nacional de energia elétrica.

Para divulgação de empresa e produto é utilizada mídia social, participação em eventos na grande Curitiba, palestras que abordam a energia solar, além de muito boca a boca. Em toda visita é levada uma apresentação sobre o produto, bem como prospectos para divulgação. Realiza-se, também, a visitação dos interessados aos clientes que possuem o sistema para geração de energia elétrica.

A empresa trabalha muito com parcerias na instalação de sistemas e também com fornecedores de equipamentos. Compra os equipamentos de importadores no Brasil, pois é praticamente inviável trazer do exterior com importação direta devido ao número de produtos locados até o momento. Além desses, outros atores são salientados, como a distribuidora e os clientes, que são os principais e que mais têm interação no modelo de negócio. Em relação às distribuidoras, salientou que sofrerão impactos com a ampliação do número de equipamentos gerando energia, principalmente em termos de receita. E pode levá-las a não somente distribuir energia, mas comercializar ou locar equipamentos para geração, desde que a legislação permita. Isso traria impacto às empresas que comercializam os equipamentos de FV.

Quanto ao *design* do produto, é desenvolvido conforme o consumo dos últimos 12 meses, e o projeto não poderá gerar mais energia do que consume. É um produto que não irá ocupar espaço, pois é instalado no telhado de prédios e casas. Caso o cliente comece a consumir mais energia, ele poderá solicitar a ampliação da geração, se for possível no local instalado, mas haverá um novo projeto que deverá ser aprovado pela distribuidora.

5.6 ANÁLISE CRUZADA DOS CASOS

Neste capítulo são analisados os dois tipos de PSS que foram estudados: o PSS orientado ao produto e o PSS orientado ao uso. São apontadas as semelhanças e as diferenças que caracterizam cada modelo de negócio na geração da energia fotovoltaica. Para isso, tal análise foi dividida em alguns itens:

- Contratos

Nos dois modelos de PSS existem dois contratos, sendo que o primeiro é entre a distribuidora de energia e o consumidor, e o segundo contrato é entre a empresa que comercializa o equipamento de geração FV e o consumidor. O contrato entre a distribuidora e o consumidor é a garantia de que a distribuidora irá fornecer energia quando o equipamento FV não gera energia, e irá compensar quando o consumidor gerar e disponibilizar na rede da distribuidora. Também serve para que o consumidor zele pelo equipamento da distribuidora e esteja ciente do que deve pagar mensalmente: taxas correspondentes ao tipo de rede que possui o sistema (monofásica, bifásica ou trifásica) e mais o consumo de energia, se houver.

Um contrato de PSS aborda os aspectos relacionados com a prestação de serviço e afirma os direitos e responsabilidades das partes envolvidas (TAN et al., 2010; MEIER et al., 2011). Em relação ao contrato entre empresa que comercializa o equipamento FV e o consumidor, ele é diferente nos modelos de PSS analisados. No orientado ao produto é um contrato de compra e venda mencionando que o equipamento irá pertencer ao cliente mediante o pagamento de um valor que correspondente ao produto e à instalação, e que este produto possui uma garantia quanto ao tempo de funcionamento, e também quanto à sua instalação. No PSS orientado ao uso, o contrato refere-se à prestação de serviços e menciona o valor a ser pago mensalmente à empresa, bem como que os equipamentos pertencem à empresa de prestação de serviços e o seu tempo de vigência e renovação.

Caso o sistema deixe de gerar energia elétrica, o contrato não irá se extinguir entre a distribuidora e o consumidor; simplesmente ele irá pagar o consumo de energia. O contrato, então, buscará formalizar estas questões e que cada um dos atores tem a sua responsabilidade, e isso é uma garantia para as partes (AZARENKO et al., 2009; BARQUET et al., 2013).

- *Marketing*

O *marketing* é utilizado para a divulgação da empresa, produtos e informações para os clientes e outros atores (SCHUH et al., 2009; GAO et al., 2011). Neste item verifica-se que são utilizadas algumas ferramentas para que os atores tenham e divulguem informações nos dois modelos de negócios.

As distribuidoras somente utilizam o *site* para divulgação da geração distribuída, e são as informações necessárias para o acesso a este sistema. Ela simplesmente cumpre a legislação determinada pela ANEEL. Pode-se dizer que ela não tem interesse que cresça este produto no mercado, pois afeta diretamente as suas receitas, e, além disso, é necessária uma infraestrutura técnica com instalação de equipamentos para medição do consumo e da geração de energia elétrica em cada ponto que tiver sistema FV.

Nos dois modelos de negócios as empresas que comercializam o equipamento utilizam-se de mídias sociais, *folders*, participação em feiras, eventos, mas a principal estratégia é o boca a boca (MONT, 2002a; REIM et al., 2015). Trabalha-se para que os próprios clientes auxiliem na venda do produto com as referências da empresa e levando interessados para visitar os locais onde foi instalado o sistema de geração FV. Isto vai ao encontro de um aspecto importante do *marketing*, que é interagir com os clientes e auxiliar na venda e diferenciação em relação aos concorrentes (TUKKER, 2004; AZARENKO et al.,

2009). No PSS orientado ao uso, a interação é maior ainda, se comparado ao PSS orientado ao produto, pois existe o monitoramento da funcionalidade e durabilidade do gerador, já que a empresa está prestando um serviço de geração de energia.

Quanto aos clientes, ainda não utilizaram a divulgação de que são geradores de energia para o seu empreendimento. Apenas um mencionou em mídia social que o estabelecimento estava inovando com a geração de energia elétrica em um sistema FV. Entretanto, não descartam a oportunidade de, em um futuro próximo, se utilizar deste fato para futuras divulgações da empresa.

Cada um dos atores utiliza-se do *marketing* para divulgação as informações que interessam ou que os outros atores precisam saber. Para isso, várias ferramentas são utilizadas (*site, folders*, feiras, publicações, etc.) para identificar e atender necessidades dos clientes e empresas. Faz-se necessária esta interação e cada modelo de negócio vai utilizar da melhor maneira o *marketing* para a divulgação e interação (FORD, 2011; GAO et al., 2011; REIM et al., 2015).

- *Design* do produto e serviço

Quando se fala em *design* de produto e serviço, está-se referindo a um produto que irá satisfazer a necessidade do cliente, em termos de agregação de valor e satisfação (AZARENKO et al., 2009; REIM et al., 2015). Salienta-se neste item a preocupação com a funcionalidade e a personalização do produto (SUNDIN; BRAS, 2005; AURICH et al., 2006).

A funcionalidade nos dois modelos de PSS é gerar energia elétrica sem muita manutenção e por um longo tempo. E de fato é o que as empresas que comercializam o sistema enfatizam nas negociações, garantindo o êxito desta condição ao consumidor. Quanto à distribuidora de energia, se o sistema estiver gerando energia e o consumidor não utilizar, pode disponibilizar na rede e, posteriormente, ocupar estes créditos.

Os consumidores destacam a busca da geração de energia elétrica e a diminuição da conta de luz, gerando um retorno com a diminuição dos custos na produção e futuros ganhos com este investimento, depois que ele se pagar.

E o produto caracteriza-se por ser personalizado, pois é projetado e autorizado baseando-se no consumo de energia dos últimos 12 meses. O consumidor não poderá adquirir um produto que gere mais energia do que ele consome, e também não é recomendado, pois ele terá que pagar uma taxa mensal à distribuidora para custear a manutenção do sistema ligado à rede de distribuição de energia elétrica. Toda empresa que comercializa este sistema

terá este cuidado na hora de vender o produto ou prestar serviço de geração FV para o cliente, isto é, indicar um sistema compatível ao cliente.

No PSS orientado ao produto o consumidor irá pagar somente as taxas de manutenção do sistema para a distribuidora e o consumo de energia, se houver. E no PSS orientado ao uso, paga a taxa de manutenção à distribuidora, mais o consumo de energia (se houver), e a tarifa mensal do serviço de locação do equipamento.

- Rede de atores

O ator é considerado uma entidade incompleta, e precisa de outros atores para que uma rede exista e funcione, ou seja, é impossível existir um negócio em que apenas um ator faça tudo. Cada um tem um papel na rede, e é interdependente dos outros atores, devendo existir uma relação entre todos para o bom funcionamento do mercado ou produto que está sendo vendido (BAINES et al., 2007; FORD, 2011).

Nos dois modelos de PSS, os três principais atores para a geração de energia fotovoltaica são as distribuidoras de energia, as empresas que comercializam o equipamento e os consumidores. Todos são interdependentes, pois as empresas que comercializam precisam dos consumidores e das distribuidoras para aprovar o projeto de instalação de um sistema FV. Os consumidores precisam da distribuidora de energia, pois é ela que entrega o produto energia, e caso tenha interesse na geração própria de energia irá comprar o produto ou contratar o serviço de empresas que trabalham com sistemas FV. Quanto à distribuidora, a sua relação está mais centrada no consumidor, pois ele compra o seu produto (energia), mas devido à legislação da ANEEL, agora tem que analisar e aprovar os projetos de geração distribuída apresentados por empresas que comercializam sistemas FV. Verifica-se que a interdependência é um fato real neste caso, e que a implementação depende de ações de cada um dos atores (ROUSE, WILLIAM B; BASOLE, 2010; FORD, 2011).

A interação, relacionamento e colaboração são importantes em uma rede de atores, pois estas auxiliam no planejamento, coordenação e implementação de um PSS (BAINES et al., 2007; TONELLI; TATICCHI; STARNINI, 2009). No PSS orientado ao uso, a empresa que aluga o sistema de geração de energia terá maior interação e relacionamento com o consumidor, pois está prestando um serviço. Isso não acontece no PSS orientado ao produto, situação em que o cliente adquiriu o sistema e somente vai buscar a empresa se tiver algum problema como o funcionamento do produto.

A colaboração existe entre os atores da geração fotovoltaica, pois todos têm interesse neste negócio. Obviamente, a distribuidora de energia colabora, mas limitada à legislação publicada pela ANEEL. Ela não tem interesse na expansão destes sistemas de geração FV.

O ator mais ativo é a empresa que comercializa, pois é ela que desenvolve este mercado recente de energia solar e contribui para o seu crescimento. Surgiram muitas empresas depois da REN 482, de modo que esta legislação permitiu a geração distribuída, em que um consumidor (pessoa física ou jurídica) pode gerar sua própria energia e estar conectado ao sistema nacional de energia elétrica.

A distribuidora tem um papel importante nesta rede de atores, já que gerencia a inclusão de geradores de energia no Sistema Nacional, pois, segundo a regulamentação, é ela que analisa e aprova os projetos de geração distribuída. Outros parceiros podem ser mencionados, e estão ligados às empresas que comercializam o sistema: engenheiros elétricos para elaboração dos projetos; empresas que fazem instalações dos equipamentos de geração de energia fotovoltaica; e os fornecedores dos equipamentos para geração (nacionais e importados).

- Sustentabilidade

A sustentabilidade remete à necessidade de desenvolver produtos/serviços para soluções sustentáveis, e que atendam os aspectos econômicos, ambientais e sociais no âmbito empresarial. Esta preocupação surge quando o modelo tradicional se mostra insustentável, e é preciso buscar meios mais corretos e que auxiliem as empresas nas transformações do ambiente interno e externo (LEE et al., 2012; VEZZOLI et al., 2012).

A pesquisa mostra que a sustentabilidade é de conhecimento de todos, mas ela não é o objetivo principal dos atores desta cadeia de geração distribuída de energia elétrica. O lado econômico é o que se quer, pois as expressões mencionadas estão diretamente relacionadas a este fato:

“redução da conta de energia elétrica” (C2), “custo da luz impacta na produção” (C3) e “retorno financeiro quando o sistema se pagar” (C1).

Estas são frases mencionadas pelas empresas que adquiriram o sistema de geração fotovoltaica e revelam uma preocupação com custo da energia na sua empresa, e a busca de

alternativas de redução do valor pago. Ou seja, volta-se ao aspecto econômico quando se fala no PSS em geração fotovoltaica.

As distribuidoras de energia elétrica mencionam que a geração de energia fotovoltaica traz a sustentabilidade. É uma energia limpa que não polui o meio ambiente, gerada e já consumida pela unidade produtora, ou ainda alimenta a rede a qual está ligada, sendo consumida posteriormente. Mas quem decide ter o sistema gerador está pensando primeiramente no lado econômico e depois no lado ambiental, porém com pouca ênfase.

A geração de energia renovável tem ênfase em muitos países, principalmente os que se utilizam de energias poluentes. No Brasil, grande parte da energia é renovável, mas com a REN 482 permitiu-se que qualquer pessoa física ou jurídica possa gerar a sua energia, significando que pode melhorar ainda mais a sustentabilidade em termos de matriz energética no país.

É com a preocupação nas gerações futuras e o meio ambiente que a ANEEL abriu um mercado para a geração distribuída com a REN 482, segundo as empresas que comercializam o sistema. Até se falava em energia solar no Brasil, mas era na criação de grandes usinas de geração, e não em micro e minigeração, como a regulamentação criou a partir de 2012. As empresas que comercializam o sistema no modelo de negócios PPS orientado ao produto salientam que utilizam-se da preocupação com o meio ambiente na hora da negociação, que irá produzir energia sem poluição, no entanto as expressões que se recebe são:

“Quanto diminui minha conta de luz?” (E4)

“Qual é o tempo de retorno do capital investido?” (E2)

Isto indica a ênfase no lado econômico, comprovada nas entrevistas com os consumidores, que mencionam a busca na redução da conta de energia, que é alta nas suas empresas. O C3 declarou que o custo da energia elétrica é representativo no custo final do produto produzido, e que o aumento da energia é bem superior à inflação anual, sendo que nem sempre é possível repassar este nos preços finais do produto acabado. C1 e C2 também foram na mesma linha, por serem mercados e dependerem de energia para tudo, então é um dos custos mais altos deste segmento. C4 e C5 destacam que a redução na conta é o lado interessante deste sistema, pois em determinados meses gera cerca de 90% da energia consumida, o que diminui o valor pago. Apesar do alto custo na aquisição do equipamento para gerar energia, os consumidores estão satisfeitos com o resultado e destacam que a

empresa tem retorno financeiro. Mas todos sabem que *“isto beneficia o meio ambiente e as futuras gerações com uma energia limpa”* (C1).

No PSS orientado ao uso verificou-se uma tendência à sustentabilidade, pensando no tripé criado pelo inglês John Elkington (ELKINGTON, 2001; TUKKER; TISCHNER, 2006). De acordo com E5, a empresa surgiu pensando na popularização da sustentabilidade, e busca soluções sustentáveis para as construções de empresas, prédios e residências. No início, desenvolviam soluções de aproveitamento de água da chuva, iluminação de Led, aquecimento solar para água e isolamento térmico. A partir de 2015, começaram a trabalhar com energia fotovoltaica comercializando sistemas e também na locação de painéis fotovoltaicos (equipamento para geração de energia elétrica).

Segundo o sócio da empresa, o modelo de negócios procura trabalhar com três benefícios claros na instalação de um sistema de geração FV: (1) benefício ambiental, pois é uma energia limpa gerada sem agredir o meio ambiente; (2) benefício econômico, pois o custo da geração de energia solar é menor que a energia elétrica da distribuidora; e (3) um benefício social, pois existe a oportunidade de todos terem acesso à energia elétrica limpa. No entanto, ele admite que em uma negociação os clientes estão mais interessados no benefício econômico ao locar ou comprar o equipamento.

Em uma negociação é oferecida a locação do produto que poderá, no futuro e se o consumidor desejar, ser adquirido. Neste caso, o PSS orientado ao uso passa a ser um PSS orientado ao produto, e a empresa continua oferecendo serviços para este consumidor, como, por exemplo, a manutenção.

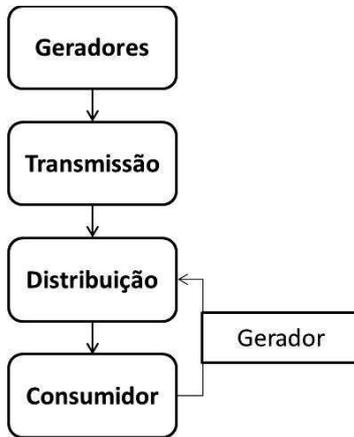
Nota-se que a sustentabilidade é usada pelas empresas como um benefício na hora de uma negociação de um PSS em geração fotovoltaica, e que este beneficia a empresa, o meio ambiente e a sociedade. E o consumidor leva em conta, primeiramente, o fator econômico (benefício de redução de custos de produção e economia nas despesas), e, posteriormente, o lado ambiental (energia limpa, menos poluição), sendo quase inexistente o lado social (gerações futuras).

- Cadeia da indústria da energia elétrica

No estudo dos modelos de negócios PSS em geração fotovoltaica verificou-se que, antes da REN 482, a cadeia da indústria de energia elétrica era composta por empresas que geram energia, empresas que transmitem e outras que distribuem, e no final os consumidores (pessoas físicas ou jurídicas). Com a resolução houve uma ruptura nessa cadeia, em que o

consumidor que comprava energia, agora passa a ser um gerador e usar esta energia, bem como disponibilizar no sistema nacional o excedente, como demonstra a figura a seguir.

Figura 5.1 - Nova Cadeia da Indústria da Energia Elétrica no Brasil com a REN 482



Fonte: Autor

A partir desta resolução, abriu-se a possibilidade de um novo negócio que é a comercialização de sistemas fotovoltaicos, bem como o surgimento de muitas empresas no Brasil com este foco. E aos consumidores a oportunidade de diminuir o valor pago pela energia, bem como a redução de custos de produção quando se trata de indústria ou comércio. Verificam-se aqui novas oportunidades de mercado para as empresas, bem como um fortalecimento das relações com os clientes. E os consumidores têm disponível um novo produto/serviços para atender suas necessidades (TAN et al., 2010; BARQUET et al., 2013).

Em relação às distribuidoras, a ANEEL, a partir de 2012, delega a análise de projetos para a inserção da geração de energia distribuída, e estas tem que se adequar em sua estrutura de pessoas e na parte técnica para receber os sistemas FV na rede e também na gestão de informações e controles exigidos. Essas mudanças, em um primeiro momento, não geram um grande impacto para as distribuidoras devido ao pequeno número de geradores, mas a tendência a médio e longo prazo é um aumento significativo. Quando isso acontecer, as distribuidoras sofrerão impactos, sendo que o primeiro, já salientado nas entrevistas, é a perda de receita. E ainda mencionam que quanto mais houver geradores, mais serão exigidas melhorias em infraestrutura e gestão dos sistemas.

A ANEEL, com a REN n° 687, de 24 de novembro de 2015, fez algumas alterações na REN n° 482 e permitiu a criação de novas formas de geração de energia distribuída:

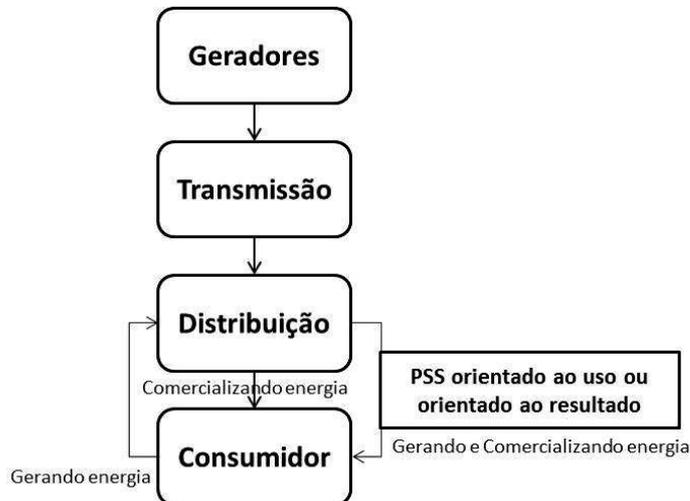
- empreendimento com múltiplas unidades consumidoras, por exemplo, condomínios residenciais – é caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta. É de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento;
- geração compartilhada, por exemplo, condomínio solar – caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;
- autoconsumo remoto – caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

O que se pode observar é que a legislação está beneficiando a expansão dos PSS em geração fotovoltaica, permitindo a criação do autoconsumo remoto, e assim produzindo a energia em um outro lugar sem ser na própria residência, indústria ou ponto comercial. Também possibilita que condomínios residenciais (prédios ou casas) – o chamado empreendimento com múltiplas unidades consumidoras – possam gerar energia elétrica para todos. E, ainda, o condomínio solar (geração compartilhada), que é a reunião de consumidores para gerar energia por intermédio de uma cooperativa ou consórcio.

Estas permissões ampliam as possibilidades de geração de energia fotovoltaica, e as distribuidoras poderão ter perdas em médio e longo prazo, impactando nas suas receitas. Mas pode haver uma reação das distribuidoras, como, por exemplo, elas começarem a atuar como uma empresa que faz locações do sistema de geração FV, ou a criação de condomínio solar

para indústrias ou comércio. Isso poderia gerar um PSS orientado ao uso e ou um PSS orientado ao resultado, e a cadeia de valor mudaria novamente, como mostra a figura a seguir.

Figura 5.2 - Simulando a nova cadeia da indústria da energia com as distribuidoras gerando e comercializando energia



Fonte: Autor

Nesta nova cadeia, o consumidor pode gerar a sua energia com a aquisição do equipamento de geração FV (PSS orientado ao produto). Também pode alugar o equipamento de empresas que têm este serviço (a exemplo da empresa E5) ou da distribuidora que passaria a atuar no mercado como geradora de energia (PSS orientado ao uso). Claro que a legislação não prevê isso, e a ANEEL precisaria permitir que a distribuidora pudesse comercializar energia e/ou o serviço de geração de energia em uma residência, indústria ou comércio.

Outra possibilidade é que a distribuidora criasse a geração compartilhada de energia para indústria ou comércio, oferecendo esta energia mais barata em um modelo de negócio voltado ao resultado, principalmente para pessoas jurídicas, que demandam um grande consumo de energia elétrica (PSS orientado ao resultado). Isso geraria uma maior concorrência entre as empresas que comercializam ou alugam equipamentos FV e as distribuidoras.

Verifica-se, então, que é possível o surgimento de novas formas para a geração de energia distribuída (autoconsumo remoto e geração compartilhada), e também de modelos de PSS na geração fotovoltaica, como o orientado ao resultado. No PSS orientado ao produto há várias empresas que comercializam os sistemas de geração fotovoltaica. No orientado ao uso,

tem-se apenas uma empresa que está testando o modelo e fazendo os ajustes deste negócio, e no orientado ao resultado não existe empresa que trabalhe na geração de energia.

A seguir apresenta-se um quadro-resumo das análises feitas, procurando sintetizar como as táticas e algumas estratégias são apresentadas nos modelos de negócios PSS orientado ao produto e orientado ao uso.

Quadro 5.1 - Quadro-resumo das análises do PSS orientado ao produto e do PSS orientado ao uso

Táticas/ Estratégias	Atores/Aspectos	PSS Orientado ao Produto	PSS Orientado ao uso
Contratos	Entre Distribuidoras de Energia e Consumidor	Compra/Compensação de energia elétrica	Compra/Compensação de energia elétrica
	Entre Empresas que Comercializam o Equipamento e o Consumidor	Compra e Venda do equipamento	Prestação de Serviço
Marketing	Distribuidora de Energia	Site	Site
	Empresas que Comercializam o Equipamento	<i>Site, e-mail marketing, folders</i> , eventos, feiras, palestras, visitas a clientes potenciais, boca a boca, etc.	<i>Site, e-mail marketing, folders</i> , eventos, feiras, palestras, visitas a clientes potenciais, boca a boca, etc.
	Consumidores	Não usaram até o momento	Não usaram até o momento
Design de Produtos e Serviços	Funcionalidade	Gerar energia	Gerar energia
	Personalização	Projetado para o consumo de energia	Projetado para o consumo de energia
Rede de Atores	Os atores	Distribuidoras de Energia, Empresas que comercializam o sistema FV e Consumidor	Distribuidoras de Energia, Empresas que comercializam/alugam o sistema FV e Consumidor
	Gerencia a Rede	Distribuidora de energia – regulamentação define a sua responsabilidade para aprovar a geração distribuída	Distribuidora de energia – regulamentação define a sua responsabilidade para aprovar a geração distribuída
	Ator mais ativo	Empresas que comercializam o sistema FV	Empresas que comercializam/alugam o sistema FV
	Outras Parcerias	Engenheiros elétricos; empresas que trabalham com instalação de equipamentos de geração FV; fornecedores de equipamentos FV	Engenheiros elétricos; empresas que trabalham com instalação de equipamentos de geração FV; fornecedores de equipamentos FV
Sustentabilidade	Reconhecimento	Os atores reconhecem que a sustentabilidade é importante, mas o aspecto econômico vem em primeiro, depois o meio ambiente, e o social (pouca ênfase).	A criação da empresa que comercializa/loca equipamentos FV está voltada à sustentabilidade, mas reconhece que o benefício econômico é o que se destaca na negociação.
Cadeia de Valor da Indústria da Energia	Mudanças	Alterou com a REN 482 e posteriormente com a REN 687. Indica um amadurecimento do negócio e evolução.	Alterou com a REN 482, e posteriormente com a REN 687. Indica um amadurecimento do negócio e evolução.

Fonte: Autor

A seguir se faz uma discussão dos resultados frente à teoria.

6 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Neste capítulo são discutidos os conceitos teóricos abordados para o PSS baseando-se nos dados apresentados anteriormente, buscando analisar como se dá a escolha de um PSS na geração de energia fotovoltaica.

O PSS é uma proposta com potencial de fornecer benefícios econômicos, ambientais e sociais, mas nem sempre atinge a sustentabilidade em sua plenitude. Este modelo de negócio é uma ferramenta para a empresa planejar a sua organização e comunicar suas escolhas. Ele fornece uma visão de como uma empresa pode criar valor a partir de seus recursos e implementar esta estratégia no mercado (AZARENKO et al., 2009; RICHTER et al., 2010; SOUSA; MIGUEL, 2015).

Na escolha de um PSS leva-se em conta a busca de uma solução integrada de produtos e serviços, e que atendam as necessidades de um mercado específico (clientes). As empresas terão que adaptar suas estruturas organizacionais e o consumidor sofrerá uma mudança de comportamento. Então, existirão novos riscos e responsabilidades que precisam ser definidos, e para isso as táticas apontadas visam operacionalizar as escolhas (BEUREN et al., 2013; REIM et al., 2015).

A intenção deste trabalho é avançar as discussões sobre PSS, mas salienta-se que algumas das constatações são relacionadas ao caso estudado – PSS na geração de energia fotovoltaica. Obviamente, estes resultados podem ser interessantes para contribuir com a teoria no assunto PSS.

A seguir são apresentadas algumas constatações sobre o PSS.

Constatação 1 - Em ambientes com novidades tecnológicas o PSS orientado ao uso pode ser uma opção para os consumidores receosos com a eficiência do novo produto/serviço

No PSS orientado ao uso a propriedade permanece com o fornecedor, que cuidará de sua manutenção e revisão, passando o risco da indisponibilidade do equipamento do cliente para o fornecedor. E quando se trata de um produto novo e com tecnologia, e que está em fase de implantação no mercado, gera uma incerteza dos consumidores em adquirir (TUKKER; TISCHNER, 2006; KUO, 2011). Então, o PSS orientado ao uso pode ser um modelo utilizado para a inserção no mercado com produto recente e pouco conhecido.

O estudo de caso mostrou que os consumidores têm receio de adquirir o equipamento, pois ele tem um alto custo para aquisição e são poucos sistemas instalados no Brasil. Tem-se

uma insegurança sobre a sua eficiência na geração de energia. Baseando-se neste fato é que uma empresa desenvolveu o modelo de negócio baseado na locação do equipamento para a geração distribuída. O cliente não terá o custo de comprar o equipamento, mas pagará mensalmente um valor por painel instalado para a geração de energia elétrica.

No Brasil, apenas uma empresa tem este sistema de locação, e num modelo experimental que vem sendo aprimorado. Criada em 2015, a empresa tem se dedicado a melhorar este modelo de PSS para atender mais clientes e expandir outras regiões além da grande Curitiba. O PSS surge por motivo do alto custo do equipamento para geração de energia e a desconfiança do mercado na aquisição por ser novo Brasil e com poucas unidades vendidas.

Desta maneira, o desempenho do modelo em termos de oferta de serviço e eficiência pode ser testado pelo consumidor para diminuir ou deixar de existir a desconfiança em relação ao produto. Os riscos e responsabilidades são assumidos pelo fornecedor, e este vai procurar desenvolver produtos com materiais duráveis e serviços em boas condições para manter a locação pelo maior tempo possível, para satisfazer as necessidades do cliente, e gerar receitas para a empresa (TUKKER; TISCHNER, 2006; AZARENKO et al., 2009; SPRING; ARAUJO, 2009). Há aqui interesses econômicos e competitivos das partes interessadas no PSS orientado ao uso – empresa que aluga o sistema e o consumidor.

Neste modelo de PSS é possível apontar outros benefícios: para a empresa significa a possibilidade de encontrar uma nova estratégia de mercado e aumentar a sua competitividade (GOEDKOOOP et al., 1999; MONT, 2002a). Estabelece um relacionamento mais longo e mais forte com os clientes, e cria barreiras à entrada para potenciais novos concorrentes (MONT, 2002a; MONT; TUKKER, 2006). Para os clientes significa um aumento de valor por meio de uma oferta mais adaptada e uma libertação das responsabilidades de propriedade (MONT, 2002a; VEZZOLI et al., 2012).

No caso da empresa D5 ela desenvolveu uma estratégia diferenciada de outras empresas – o mercado de locação de equipamentos para a geração de energia fotovoltaica. A estratégia de locação tornou-se um diferencial, pois o cliente pode locar o equipamento com a possibilidade de compra no futuro. Este tipo de modelo de PSS aproxima mais o cliente da empresa, bem como há um relacionamento mais efetivo, pois o vínculo de serviço é permanente.

As vantagens econômicas também são salientadas na literatura, pois o PSS orientado ao uso não requer o pagamento do equipamento e, portanto, permite ao consumidor ter acesso a uma tecnologia cara com altos custos iniciais. Além disso, o modelo PSS pode oferecer

benefícios em serviços relacionados ao produto, como manutenção e serviços de pós-venda (TUKKER, 2004, 2015; EMILI; CESCHIN; HARRISON, 2016).

Constatação 2 - Para equipamentos de longa duração é indicado o PSS orientado ao produto

Para equipamento que tem muita utilização na empresa ou em residência, uma vida útil grande, e um alto custo de aquisição é indicado o modelo de PSS orientado ao produto, pois o cliente terá muito mais cuidado, sendo que a propriedade é sua (KUO, 2011). Neste PSS o contrato irá garantir a funcionalidade e a durabilidade do produto, dando garantias ao comprador do equipamento, e o fornecedor irá prestar serviços de manutenção e reparação no período de utilização (MONT; TUKKER, 2006; YOON et al., 2012).

Quando se trata de um sistema de geração fotovoltaica, é um produto com grande utilidade para uma empresa, residência ou ponto comercial e irá gerar energia elétrica por muitos anos. A garantia da fábrica para os painéis é de 25 anos, ou seja, o sistema é projetado para uma vida útil grande. Estima-se que o *payback* seja de cinco a oito anos, e compensa mais adquiri-lo a alugar durante toda a sua utilidade. O que leva a concluir que o PSS orientado ao produto se torna interessante na geração fotovoltaica (MONT; TUKKER, 2006; KUO et al., 2010; KUO, 2011).

Verifica-se nos casos estudados que o sistema tem um alto custo de aquisição, mas o benefício em termos de geração de energia compensa na redução da conta paga a distribuidora de energia. O tempo de retorno é considerado baixo, entre cinco e oito anos, e sua vida útil acima de 25 anos, o que torna interessante a sua aquisição.

As empresas que comercializam os sistemas de geração fotovoltaica realizam o projeto levando-se em conta o consumo do cliente, a inflação da energia elétrica e a remuneração do capital para mostrar na negociação os números deste modelo de negócio. Isto auxilia na argumentação para a aquisição deste produto, pois é mais proveitoso em termos de recuperação do capital investido e ganhos futuros com a geração própria de energia.

A literatura mostra que o *design* do produto e serviço deve ser planejado e adaptado para cada consumidor, em termos de manutenção e utilidade, principalmente se for um produto com vida útil longa e com alto investimento. O comprador espera ter retorno do investimento, ter benefícios na sua usabilidade e criação de valor (SUNDIN; BRAS, 2005; AURICH et al., 2006; KUO, 2011).

Os equipamentos de geração de energia fotovoltaica, segundo as empresas que comercializam, praticamente não têm manutenção e uma utilização que pode passar de 30 anos, sendo que a garantia é de 25 anos. A produção de energia é diária, e se não consumir o que produz fica com créditos para o futuro consumo (tem até 60 meses).

Ainda, segundo Kuo (2011) em seu estudo de caso da HP, em que pesquisou se é melhor comprar ou alugar impressoras e *notebooks*, chegou à conclusão que se os produtos têm grande utilização a compra é bem mais interessante que a locação. Se estes equipamentos, mesmo com manutenção, são indicados para compra, o sistema de geração fotovoltaica em que a manutenção é praticamente inexistente, reforça que o PSS orientado ao produto é vantajoso.

Constatação 3 – A escolha de um PSS orientado ao produto é explicada pelo modelo de mercado tradicional em que o cliente é proprietário de um produto

No modelo de mercado tradicional, o consumidor adquire o produto físico e os seus direitos de propriedade, e o fornecedor irá oferecer outros serviços de manutenção, treinamento e consultoria. O foco está na venda do produto, e com ele os serviços extras, e é desta maneira que empresas têm trabalhado ao longo dos anos, mas com mudanças em alguns setores e produtos, e representam a inovações nos modelos PSS (TUKKER; TISCHNER, 2006; AURICH et al., 2010; REIM et al., 2015).

O PSS orientado ao produto representa um cenário de relação atual entre um fornecedor e os clientes. O modelo aparece como o mais familiar, uma vez que utiliza, basicamente, conhecimento e experiência que tem sido adquirida pelo fornecedor, e também se apresenta mais cômodo, pois com a venda o controle do produto e as responsabilidades passam para o cliente (BAINES et al., 2007; AZARENKO et al., 2009; REIM et al., 2015).

No Brasil, apenas uma empresa inovou em termos de oferecer equipamentos de geração fotovoltaica. Esta, além de comercializar, também aluga o sistema para os clientes. Atua com dois tipos de PSS: o orientado ao produto e o orientado ao uso. Declarou que o PSS orientado ao uso está sendo testado e que o modelo ainda necessita de aperfeiçoamentos, mas que a inovação é constante, pois as mudanças fazem parte do mercado.

Se comparado às outras empresas que atuam somente com o PSS orientado ao produto, a E5 tem uma nova estratégia para a atuação no mercado, e por consequência uma melhor competitividade (GOEDKOOOP et al., 1999; MONT, 2002a). Notou-se também que as

empresas entrevistadas (E1, E2, E3 e E4) não demonstraram que irão inovar em termos de oferecer outro tipo de PSS, pois o mercado está receptivo e em crescimento em relação à venda do produto de geração de energia FV.

Os consumidores estão acostumados a comprar um produto, e não pagar apenas pela sua função. A mudança representa uma barreira cultural, e pode ser considerada difícil, pois o consumidor deveria valorizar a satisfação da necessidade, ao contrário de possuir a propriedade do produto (GOEDKOOOP et al., 1999; MANZINI; VEZZOLI, 2003; BEUREN et al., 2013). É o *status* cultural associado à propriedade do produto, em que a sociedade geralmente atribui *status* à compra, propriedade e controle de produtos, em vez de serviços (REXFELT; HIORT AF ORNÄS, 2009; CESCHIN, 2013; BEUREN et al., 2015).

Outra justificativa é pela inércia organizacional das empresas que comercializam os equipamentos de geração FV. Para praticar outros tipos de PSS, muitas vezes são necessárias mudanças culturais e organizacionais nas empresas orientadas ao produto. E se a empresa tem sucesso financeiro em sua forma atual, ela será reticente em revisar seu modelo de negócios existente baseado em produtos para um modelo diferente (MONT, 2002a; CESCHIN, 2013).

Nos casos estudados verificou-se que as empresas que comercializam os equipamentos não possuem interesse de mudar o modelo de negócio, PSS orientado ao produto para outro tipo de PSS, como por exemplo, o orientado ao uso. E ainda, o investimento por parte destas empresas seria grande, pois teriam que adquirir os equipamentos para a prestação de serviços (PSS orientado ao uso ou PSS orientado ao resultado). Assim, no PSS orientado ao produto, elas comercializam, diminuindo as responsabilidades e custos. E o mercado tem se demonstrado propenso a aquisição destes equipamentos.

Constatação 4 - A legislação pode incentivar ou inibir a criação de modelos de PSS

A legislação pode ser considerada uma barreira externa para o desenvolvimento de um PSS. Se um governo não promove leis que incentivam o PSS, ele pode não prosperar no mercado, ou não ser aceito. Se uma autoridade governamental promove ativamente o PSS, pode forçar os consumidores a aceitar estes modelos de negócios (AZARENKO et al., 2009; KUO et al., 2010; KUO, 2011).

No Brasil, os modelos de PSS na geração de energia fotovoltaica somente se desenvolveram depois da REN 482 publicada pela ANEEL. A partir desta resolução, permitiu-se a geração distribuída, em que qualquer consumidor pode gerar a sua própria

energia. Em linhas gerais, criou-se um novo modelo de negócios, que até então não era permitido no país.

A publicação da REN 482 alavancou o crescimento do modelo de negócio no Brasil, e é comprovada pelo número de unidades de geração distribuída no Brasil. O crescimento foi de 742,85% em 2013, comparando com o ano anterior, em 2014 (462,71%) e 2015 (383,13%). Em apenas quatro anos de liberação, de acordo com a ANEEL (2016) 14,22% dos municípios do país possuem sistemas de geração fotovoltaica, e é considerado percentual baixo pela potencialidade de desenvolvimento deste tipo de geração de energia, se comparado com países como Alemanha, China e Japão (ENOVA SOLAR, 2016).

Uma legislação pode criar forças que afetam a geração de novos conhecimentos, como pesquisas e desenvolvimento (P&D) patrocinados pelo governo e a créditos tributários para que as empresas invistam em P&D. A regulação pode trazer ações destinadas a modificar o comportamento dos agentes, definindo ou alterando conjuntos de regras (por exemplo, restrições, padrões e controles), como também incentivar economicamente o comportamento dos agentes por meio de incentivos baseados no mercado (por exemplo, incentivos fiscais, subsídios, etc.). E, por último, incentivar políticas informativas a fim de disseminar conhecimento entre os agentes (por exemplo, empresas e consumidores) (VEZZOLI et al., 2012; HANNON; FOXON; GALE, 2015).

A ANEEL, com a REN 687, ampliou as possibilidades para a geração distribuída, permitindo o autoconsumo remoto, o empreendimento com múltiplas unidades consumidoras e a geração compartilhada, beneficiando a expansão do PSS. Tudo indica que, além do PSS orientado ao produto e do orientado ao uso, com o tempo desenvolva-se o PSS orientado ao resultado. Isso traz benefícios aos consumidores e o surgimento de novas empresas para atuar no mercado de geração distribuída.

E quando aplicado pelas autoridades governamentais, o PSS não inclui apenas o conceito normativo, mas também as regras sociais gerais e os regulamentos morais, com o objetivo de estabelecer comportamentos e estilos de vida, e melhorar a moralidade pública em relação à ecologia. Pode gerar um resultado positivo, no fato que produtores e consumidores aceitem o conceito de sustentabilidade (MANZINI; VEZZOLI, 2003; MONT; TUKKER, 2006; KUO et al., 2010).

Constatação 5 – A sustentabilidade no PSS em Geração de Energia Fotovoltaica

A sustentabilidade é descrita como um desenvolvimento que pensa no futuro das gerações e é operacionalizado por meio do TBL – *Triple Bottom Line*, equilibrando as questões econômicas, ambientais e sociais do ponto de vista microeconômico (GIMENEZ et al., 2012; LEE et al., 2012).

O que se busca é atender a sustentabilidade ambiental com atividades de produção e consumo corretamente planejadas, procurando diminuir o impacto no meio ambiente comparado aos produtos existentes. Em relação a sustentabilidade econômica é tornar a operação lucrativa e que satisfaça os *stakeholders*. E no que tange a sustentabilidade social é buscar pensar na sociedade do futuro, buscando o bem-estar público (ELKINGTON, 2001, 2006; LEE et al., 2012).

A pesquisa mostra que os atores reconhecem que a sustentabilidade é importante, mas o aspecto econômico tem muito mais peso na hora de decidir a aquisição de um equipamento de geração fotovoltaica. Num segundo momento menciona-se o aspecto ambiental, pois esta geração traz benefícios, gerando energia com menos impacto no meio ambiente. E posteriormente fala-se no aspecto social, como uma forma de mudança de comportamento das pessoas em relação ao produto.

Desta maneira, verifica-se que gradualmente a sustentabilidade vai sendo concretizada no PSS em geração fotovoltaica, pois o mercado está exigindo soluções sustentáveis em produtos e serviços. Mudam-se as maneiras de comercializar, produzir e exigem-se melhores práticas e divulgação de seus impactos e contribuições para todos que estão envolvidos (MANZINI; VEZZOLI, 2003; MONT; TUKKER, 2006; VEZZOLI et al., 2012).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo busca-se apresentar contribuições práticas e teóricas sobre o PSS, bem como comentar sobre as limitações do estudo e as sugestões para futuras pesquisas.

7.1 CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

Ao findar este trabalho, é possível fazer algumas contribuições gerenciais e teóricas sobre PSS em geração fotovoltaica, tendo como dados os resultados da pesquisa e a teoria apresentada.

7.1.1 Contribuições Teóricas

A tese abordou como se dá a escolha de um PSS em geração fotovoltaica, um tema não desenvolvido nas pesquisas acadêmicas e que pode contribuir neste debate de novos modelos de negócios. Nas discussões, foram apresentados argumentos para definir qual tipo de PSS é indicado levando-se em consideração aspectos de produto/serviço, atores e o mercado.

O PSS orientado ao produto é indicado para produtos de longa duração e com pouca manutenção, como é o caso dos equipamentos de geração distribuída (KUO, 2011). Também se defendeu que a escolha deste tipo de PSS é explicada pelo modelo de mercado tradicional em que o cliente é proprietário de um produto, e culturalmente o consumidor cultiva o *status* de propriedade e controle de produtos, em vez de serviços (MONT, 2002a; CESCHIN, 2013).

Quanto ao PSS orientado ao uso, é indicado para produtos tecnológicos e novos no mercado, com alto custo e que muitas vezes causam incerteza na hora da aquisição pelos consumidores (TUKKER; TISCHNER, 2006; KUO, 2011).

Outro ponto importante – e que as pesquisas têm levantando – é que a legislação auxilia no desenvolvimento de um PSS. No Brasil, o PSS em geração fotovoltaica somente se desenvolveu depois que a ANEEL permitiu, por meio de resolução, sendo um marco para o crescimento deste setor na produção de energia elétrica. A literatura aponta que as leis incentivam a criação de modelos de negócio PSS, e contribuem para o desenvolvimento de

ações sustentáveis na indústria e comércio (MANZINI; VEZZOLI, 2003; AZARENKO et al., 2009).

7.1.2 Contribuições Gerenciais

Como contribuição gerencial, a presente tese traz o conhecimento de dois tipos de PSS em geração fotovoltaica: o orientado ao produto e o orientado ao uso. São modelos de negócios recentes e que precisam de um amadurecimento e inovações para melhorar as suas ações no mercado.

Verificou-se como era a cadeia da indústria da energia elétrica antes da REN 482, e depois da resolução que permitiu a geração distribuída no Brasil, em que um consumidor pode gerar a sua energia elétrica. Esta legislação provocou uma ruptura na cadeia, e o surgimento de empresas que comercializam sistemas de geração fotovoltaica no Brasil. Ocorreu uma adequação em termos de infraestrutura, gestão técnica e de informações por parte das distribuidoras de energia, que, em um primeiro momento, perderam receitas por causa dessa nova legislação.

Contudo, também foram debatidas as possibilidades que poderão ocorrer depois da REN 687, que oportunizou novas formas de geração distribuída, as quais possibilitarão o desenvolvimento de novos PSS em sistema FV.

E finalmente falou-se sobre a sustentabilidade no PSS, sendo que os atores da cadeia sabem da importância desta palavra, mas que no momento o lado econômico prevalece nas negociações e nos objetivos, principalmente dos consumidores que adquirem ou alugam o sistema FV. Posteriormente, o lado ambiental é citado, mas com pouca ênfase e é quase imperceptível o aspecto social.

7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Uma das limitações do estudo é uma análise parcial do modelo PSS orientado ao uso, pois não houve entrevistas com consumidores (pessoa jurídica) na geração de energia fotovoltaica. Assim, não há informações deste ator, e justifica-se este fato, pois apenas uma empresa no Brasil trabalha com tal modelo (que foi entrevistada), e no momento possui

somente clientes residenciais. É um modelo de negócio em construção e que ainda necessita de um amadurecimento em termos de estratégias para crescimento no mercado.

Outra limitação é o fato de não analisar o modelo PSS orientado ao resultado, pois não existe este negócio atuando em geração de energia FV. Mas, com a REN 687 da ANEEL abre-se a possibilidade de criação da geração compartilhada e o surgimento de cooperativas ou consórcios para a geração distribuída de energia elétrica.

7.3 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Esta tese pesquisou os consumidores com CNPJ que instalaram equipamentos de geração fotovoltaica e analisou as escolhas para um modelo de PSS, e o que poderia ser pesquisado são os clientes residenciais quanto a sua escolha, bem como estudar a sua percepção quanto à sustentabilidade nos modelos de PSS.

Também realizar um estudo de casos múltiplos, trabalhando com um caso na geração de energia fotovoltaica, e outro em um produto, como, por exemplo, o carro, analisando as táticas para implementação, e comparando-se os dois casos.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEL. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em 13 Jan. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA - ABRADÉE. Disponível em: < <http://www.abradee.com.br/>>. Acessado em 25 Jan de 2017.
- AURICH, J. C.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1480–1494, 2006.
- AURICH, J. C.; MANNWEILER, C.; SCHWEITZER, E. How to design and offer services successfully. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 2, n. 3, p. 136–143, 2010.
- AZARENKO, A.; ROY, R.; SHEHAB, E.; TIWARI, A. Technical product-service systems: some implications for the machine tool industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 5, p. 700–722, 2009.
- BAINES, T. S.; LIGHTFOOT, H. W.; EVANS, S.; NEELY, A.; GREENOUGH, R.; PEPPARD, J.; ROY, R.; SHEHAB, E.; BRAGANZA, A.; TIWARI, A. State-of-the-art in product-service systems. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture**, v. 221, n. 10, p. 1543–1552, 2007.
- BARQUET, A. P. B.; OLIVEIRA, M. G. DE; AMIGO, C. R.; CUNHA, V. P.; ROZENFELD, H. Employing the business model concept to support the adoption of product-service systems (PSS). **Industrial Marketing Management**, v. 42, n. 5, p. 693–704, 2013.
- BARQUET, A. P.; SEIDEL, J.; BUCHERT, T.; GALEITZKE, M.; NEUGEBAUER, S.; OERTWIG, N.; ROZENFELD, H.; SELIGER, G. Sustainable Product Service Systems – From Concept Creation to the Detailing of a Business Model for a Bicycle Sharing System in Berlin. **Procedia CIRP**, v. 40, p. 524–529, 2016.
- BARRATT, M.; CHOI, T. Y.; LI, M. Qualitative case studies in operations management: Trends, research outcomes, and future research implications. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 4, p. 329–342, 2011.
- BELAID, F.; GARCIA, T. Understanding the spectrum of residential energy-saving behaviours: French evidence using disaggregated data. **Energy Economics**, v. 57, n. December, p. 204–214, 2015.
- BEUREN, F. H.; ARAUJO, F. S.; FORCELLINI, F. A. Potenciais possibilidades de melhoria das relações subjetivas de consumo entre empresa e cliente em sistemas produtos- serviços. **Human Factors in Design**, v. 3, n. 6, p. 93–110, 2015.
- BEUREN, F. H.; GOMES FERREIRA, M. G.; CAUCHICK MIGUEL, P. A. Product-service systems: A literature review on integrated products and services. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 222–231, 2013.
- BOEHM, M.; THOMAS, O. Looking beyond the rim of one’s teacup: A multidisciplinary literature review of Product-Service Systems in Information Systems, Business Management, and Engineering & Design. **Journal of Cleaner Production**, v. 51, p. 245–250, 2013.

- BOYT, T.; HARVEY, M. Classification of Industrial Services: A Model with Strategic Implications. **Industrial Marketing Management**, v. 26, p. 291–300, 1997.
- CATULLI, M.; COOK, M.; POTTER, S. Consuming use orientated product service systems: A consumer culture theory perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 1186–1193, 2017.
- CAVALIERI, S.; PEZZOTTA, G. Product-service systems engineering: State of the art and research challenges. **Computers in Industry**, v. 63, n. 4, p. 278–288, 2012.
- CESCHIN, F. Critical factors for implementing and diffusing sustainable product-Service systems: Insights from innovation studies and companies' experiences. **Journal of Cleaner Production**, v. 45, p. 74–88, 2013.
- CHANDEL, S. S.; SHARMA, A.; MARWAHA, B. M. Review of energy efficiency initiatives and regulations for residential buildings in India. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 1443–1458, 2016.
- CHOU, C. J.; CHEN, C. W.; CONLEY, C. An approach to assessing sustainable product-service systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 277–284, 2015.
- CHOW, T. T. A review on photovoltaic / thermal hybrid solar technology. **Applied Energy**, v. 87, n. 2, p. 365–379, 2010.
- COSTER, R. DE. A collaborative approach to forecasting product-service systems (PSS). **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, n. 9–12, p. 1251–1260, 2011.
- EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989.
- ELKINGTON, J. Enter the Triple Bottom Line. **The Triple Bottom Line: Does it all Add Up?**, v. 1, n. 1986, p. 1–16, 2001.
- ELKINGTON, J. Governance for Sustainability. **Corporate Governance: An International Review**, v. 14, n. 6, p. 522–529, 2006.
- EMANUEL, A.; RIBEIRO, D.; AROUCA, M. C.; COELHO, D. M. Electric energy generation from small-scale solar and wind power in Brazil : The influence of location , area and shape. **Renewable Energy**, v. 85, p. 554–563, 2016.
- EMILI, S.; CESCHIN, F.; HARRISON, D. Product-Service System applied to Distributed Renewable Energy: A classification system, 15 archetypal models and a strategic design tool. **Energy for Sustainable Development**, v. 32, p. 71–98, 2016.
- FAWCETT, S. E.; WALLER, M. A.; MILLER, J. W.; SCHWIETERMAN, M. A.; HAZEN, B. T.; OVERSTREET, R. E. Editorial A Trail Guide to Publishing Success : Tips on Writing Influential. **Journal of Business Logistics**, v. 35, n. 1, p. 1–16, 2014.
- FIDELIS, N.; PINGUELLI, L.; AURE, M. Wind energy in Brazil : From the power sector ' s expansion crisis model to the favorable environment. , v. 22, p. 686–697, 2013.
- FORD, D. IMP and service-dominant logic: Divergence, convergence and development. **Industrial Marketing Management**, v. 40, n. 2, p. 231–239, 2011.

- FRIEBE, C. A.; FLOTOW, P. VON; TÄUBE, F. A. Exploring the link between products and services in low-income markets-Evidence from solar home systems. **Energy Policy**, v. 52, p. 760–769, 2013.
- GAO, J.; YAO, Y.; ZHU, V. C. Y.; SUN, L.; LIN, L. Service-oriented manufacturing: A new product pattern and manufacturing paradigm. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 22, n. 3, p. 435–446, 2011.
- GIMENEZ, C.; SIERRA, V.; RODON, J. Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line. **International Journal of Production Economics**, v. 140, n. 1, p. 149–159, 2012.
- GOEDKOOP, M. J.; HALEN, C. J. G. VAN; RIELE, H. R. M. TE; ROMMENS, P. J. M. **Product Service systems , Ecological and Economic Basics**. 1999.
- HACKING, T.; GUTHRIE, P. A framework for clarifying the meaning of Triple Bottom-Line, Integrated, and Sustainability Assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 28, n. 2–3, p. 73–89, 2008.
- HALME, M.; ANTTONEN, M.; KUISMA, M.; KONTONIEMI, N.; HEINO, E. Business models for material efficiency services: Conceptualization and application. **Ecological Economics**, v. 63, n. 1, p. 126–137, 2007.
- HANNON, M. J.; FOXON, T. J.; GALE, W. F. “ Demand pull ” government policies to support Product-Service System activity : the case of Energy Service Companies (ESCos) in the UK. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 900–915, 2015.
- HUBERMAN, M. B. M. A. M. **Qualitative Data Analysis**. Second Edi ed. London, 1994.
- HUMPHRIES, A. S.; MENA, C.; CHOI, T. Y.; HUMPHRIES, A. Toward a Theory of Multi-Tier Supply Chain Management Management. **Journal of Supply Chain Management**, v. 49, n. May 2017, p. 58–77, 2013.
- JOHNSON, M.; GODSELL, J.; KE, Q. What does good look like ? Identifying Quality Criteria for Case Studies in Operations and Supply Chain. **European Operations Management Association**, p. 1–9, 2013.
- KIMITA, K.; SHIMOMURA, Y.; ARAI, T. Evaluation of customer satisfaction for PSS design. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 5, p. 654–673, 2009.
- KINDSTRÖM, D. Towards a service-based business model - Key aspects for future competitive advantage. **European Management Journal**, v. 28, n. 6, p. 479–490, 2010.
- KRUCKEN, L.; MERONI, A. Building stakeholder networks to develop and deliver product-service-systems: practical experiences on elaborating pro-active materials for communication. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1502–1508, 2006.
- KUO, T. C. Simulation of purchase or rental decision-making based on product service system. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, n. 9–12, p. 1239–1249, 2011.
- KUO, T. C.; MA, H. Y.; HUANG, S. H.; HU, A. H.; HUANG, C. S. Barrier analysis for product service system using interpretive structural model. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 49, n. 1–4, p. 407–417, 2010.

- LABANCA, N.; SUERKEMPER, F.; BERTOLDI, P.; IRREK, W.; DUPLESSIS, B. Energy efficiency services for residential buildings: market situation and existing potentials in the European Union. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p. 284–295, Mar. 2015.
- LEE, J.; ABUALI, M. Innovative Product Advanced Service Systems (I-PASS): Methodology, tools, and applications for dominant service design. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, n. 9–12, p. 1161–1173, 2011.
- LEE, S.; GEUM, Y.; LEE, H.; PARK, Y. Dynamic and multidimensional measurement of product-service system (PSS) sustainability: A triple bottom line (TBL)-based system dynamics approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 32, p. 173–182, 2012.
- LUITEN, H.; KNOT, M.; HORST, T. VAN DER. Sustainable Product-Service-Systems: The Kathalys method. **Proceedings - 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing**, p. 190–197, 2001.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. A strategic design approach to develop sustainable product service systems: Examples taken from the “environmentally friendly innovation” Italian prize. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 8 SPEC., p. 851–857, 2003.
- MARTINEZ, V.; BASTL, M.; KINGSTON, J.; EVANS, S. Challenges in transforming manufacturing organisations into product-service providers. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 4, p. 449–469, 2010.
- MCCUTCHEON, D. M.; MEREDITH, J. R. Conducting case study research in operations management. **Journal of Operations Management**, v. 11, n. 3, p. 239–256, 1993.
- MEIER, H.; MASSBERG, W. Life Cycle-Based Service Design for Innovative Business Models. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 53, n. 1, p. 393–396, 2004.
- MEIER, H.; ROY, R.; SELIGER, G. Industrial Product-Service systems-IPS2. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 59, n. 2, p. 607–627, 2010.
- MEIER, H.; VÖLKER, O.; FUNKE, B. Industrial Product-Service Systems (IPS2) : Paradigm shift by mutually determined products and services. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, n. 9–12, p. 1175–1191, 2011.
- MITTERMEYER, S. A.; NJUGUNA, J. A.; ALCOCK, J. R. Product-service systems in health care: Case study of a drug-device combination. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 52, n. 9–12, p. 1209–1221, 2011.
- MONT, O. Clarifying the concept of product – service system. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, p. 237–245, 2002a.
- MONT, O. Drivers and barriers for shifting towards mores service-oriented business: analysis of the PSS field and contributions from Sweden. **The Journal of Sustainable Product Design**, v. 2, n. 3, p. 89–103, 2002b.
- MONT, O.; LINDHQVIST, T. The role of public policy in advancement of product service systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 8 SPEC., p. 905–914, 2003.
- MONT, O.; TUKKER, A. Product-Service Systems: reviewing achievements and refining the research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1451–1454, 2006.

- MORELLI, N. Developing new product service systems (PSS): methodologies and operational tools. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1495–1501, 2006.
- MYLAN, J. Understanding the diffusion of Sustainable Product-Service Systems: Insights from the sociology of consumption and practice theory. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 13–20, 2015.
- NGAI, E. W. T.; TO, C. K. M.; CHING, V. S. M.; CHAN, L. K.; LEE, M. C. M.; CHOI, Y. S.; CHAI, P. Y. F. Development of the conceptual model of energy and utility management in textile processing: A soft systems approach. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 2, p. 607–617, 2012.
- OVERHOLM, H. Collectively created opportunities in emerging ecosystems: The case of solar service ventures. **Technovation**, v. 39–40, p. 14–25, 2015a.
- OVERHOLM, H. Spreading the rooftop revolution: What policies enable solar-as-a-service? **Energy Policy**, v. 84, p. 69–79, 2015b.
- ÖVERHOLM, H. Alliance formation by intermediary ventures in the solar service industry: implications for product-service systems research. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 288–298, 2017.
- PANDEY, A. K.; TYAGI, V. V.; SELVARAJ, J. A.; RAHIM, N. A.; TYAGI, S. K. Recent advances in solar photovoltaic systems for emerging trends and advanced applications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 859–884, 2016.
- RACHCHH, R.; KUMAR, M.; TRIPATHI, B. Solar photovoltaic system design optimization by shading analysis to maximize energy generation from limited urban area. **Energy Conversion and Management**, v. 115, p. 244–252, 2016.
- RAI, V.; REEVES, D. C.; MARGOLIS, R. Overcoming barriers and uncertainties in the adoption of residential solar PV. **Renewable Energy**, v. 89, p. 498–505, 2016.
- REIM, W.; PARIDA, V.; ÖRTQVIST, D. Product-Service Systems (PSS) business models and tactics - A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 61–75, 2015.
- REXFELT, O.; HIORT AF ORNÄS, V. Consumer acceptance of product-service systems: Designing for relative advantages and uncertainty reductions. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 5, p. 674–699, 2009.
- RICHTER, A.; SADEK, T.; STEVEN, M. Flexibility in industrial product-service systems and use-oriented business models. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 128–134, 2010.
- ROUSE, WILLIAM B; BASOLE, C. R. Understanding Complex Product and Service Delivery Systems. . In: SPRINGER(Ed.). **Handbook of Service Science**. 2010. 461–480 p.
- ROY, R. Sustainable product-service systems. **Futures**, v. 32, n. 3–4, p. 289–299, 2000.
- SCHUH, G.; BOOS, W.; KOZIELSKI, S. Life cycle cost-orientated service models for tool and die companies. **Proceedings of the 1st CIRP Industrial Product-Service Systems (IPS2) Conference**, n. April, p. 249–255, 2009.

- SCHUH, G.; BOOS, W.; VÖLKER, M. Collaboration platforms to enable global service provision in the tooling industry. **Production Engineering**, v. 5, n. 1, p. 9–16, 2011.
- SCHUH, G.; RIESENER, M.; KOCH, J.; BREUNIG, S.; KUNTZ, J. Characterization and Empirical Analysis of Variety-Induced Costs in Integrated Product-Service Systems (PSS). , p. 572–576, 2016.
- SOUSA, T. T.; MIGUEL, P. A. C. Product-service Systems as a Promising Approach to Sustainability: Exploring the Sustainable Aspects of a PSS in Brazil. **Procedia CIRP**, v. 30, p. 138–143, 2015.
- SPRING, M.; ARAUJO, L. Service, services and products: rethinking operations strategy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 5, p. 444–467, 2009.
- STOUGHTON, M.; VOTTA, T. Implementing service-based chemical procurement: Lessons and results. **Journal of Cleaner Production**, v. 11, n. 8 SPEC., p. 839–849, 2003.
- SUNDIN, E.; BRAS, B. Making functional sales environmentally and economically beneficial through product remanufacturing. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, n. 9, p. 913–925, 2005.
- SUNDIN, E.; ÖHRWALL RÖNNBÄCK, A.; SAKAO, T. From component to system solution supplier: Strategic warranty management as a key to efficient integrated product/service engineering. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 2, n. 3, p. 183–191, 2010.
- TAN, A. R.; MATZEN, D.; MCALOONE, T. C.; EVANS, S. Strategies for designing and developing services for manufacturing firms. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 90–97, 2010.
- TONELLI, F.; TATICCHI, P.; STARNINI, S. E. A framework for Assessment and Implementation of Product-Service Systems Strategies: Learning From an Action Research in the Health-Care Sector. **WSEAS Trans.Bus.Econ.**, v. 7, n. April 2017, p. 303–310, 2009.
- TUKKER, A. Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability? Experiences from suspronet. **Business Strategy and the Environment**, v. 13, n. 4, p. 246–260, 2004.
- TUKKER, A. Product services for a resource-efficient and circular economy - A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 76–91, 2015.
- TUKKER, A.; TISCHNER, U. Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 17, p. 1552–1556, 2006.
- TUKKER, A.; HELEN, C. VAN. Innovation scan for product service systems. **PriceWaterhouseCoopers, London**, v. 1, n. 34107196, p. 1–94, 2003.
- TULI, K. R.; KOHLI, A. K.; BHARADWAJ, S. G. Rethinking Customer Solutions: From Product Bundles to Relational Processes. **Journal of Marketing**, v. 71, n. 3, p. 1–17, 2007.
- ULAGA, W.; REINARTZ, W. J. Hybrid Offerings: How Manufacturing Firms Combine Goods and Services Successfully. **Journal of Marketing**, v. 75, n. 6, p. 5–23, 2011.

VEZZOLI, C.; CESCHIN, F.; DIEHL, J. C.; KOHTALA, C. Why have “Sustainable Product-Service Systems” not been widely implemented? Meeting new design challenges to achieve societal sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 35, p. 288–290, 2012.

VOSS CHRIS; JOHNSON, M.; GODSELL, J. Revisiting case research in Operations Management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 195–219, 2002.

WAHID, N. K. A.; MOHD. MUSTAMIL, N. Ways to maximize the triple bottom line of the telecommunication industry in Malaysia. **Journal of Organizational Change Management**, v. 30, n. 2, p. 263–280, 2017.

WILLIAMS, A. Product service systems in the automobile industry: contribution to system innovation? **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 11–12, p. 1093–1103, 2007.

WU, B.; FAN, S.; YU, A. J.; XI, L. Configuration and operation architecture for dynamic cellular manufacturing product-service system. **Journal of Cleaner Production**, 2016.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods**. Sage Publications, 2009.

YOON, B.; KIM, S.; RHEE, J. An evaluation method for designing a new product-service system. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 3, p. 3100–3108, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Roteiro para a entrevista com as empresas instaladoras do sistema FV

Bloco 1 - Caracterização da Empresa

1) Algumas informações da empresa – criação, produtos, número de funcionários, sua atuação no mercado, entre outras.

Bloco 2 - Informações do participante

- 1) Função;
- 2) Formação;
- 4) Quanto tempo atua na empresa;
- 5) Outras experiências profissionais.

Bloco 3 - Informações sobre os itens para implementação do PSS

- 1) A empresa implementa práticas e tecnologias de eficiência energética (geração de energia por células fotovoltaicas)?
- 2) Como funciona a aquisição deste produto/serviço (compra/locação/prestação de serviço)?
- 3) A intenção é reduzir os custos energéticos?
- 4) A empresa se preocupa com o meio ambiente?

Contrato

- 5) Existe um contrato? O que rege este contrato? Quais são os procedimentos? Que legislação segue?
- 6) Quais são as responsabilidades de cada parte?
- 7) Como se dá esta formalização (o que determina, itens que contempla)?
- 8) Quais são os incentivos (existem)? Quais são os riscos (existem)?

Marketing

- 9) Como a empresa comunica este PSS aos futuros clientes? De que maneira atua no mercado oferecendo o produto/serviço?

- 10) A concorrência de alguma forma influencia esta interação com o clientes (formas de comercialização/venda/locação/prestação de serviços)?
- 11) Como o mercado tem recebido este tipo de produto/serviço – geração da própria energia?
- 12) Qual a percepção dos clientes em relação ao produto/serviço (custo/benefício/necessidade/preferências)?

Rede de Atores

- 13) Existem relações com parceiros? Com quem são as parcerias (revendedores, clientes, fornecedores, parceiros de serviços)?
- 14) Como é a relação (troca de informações, conhecimento, equipamentos, etc.)? Acontece? Quando? Muito tempo?
- 15) Quem coordena? Existe partilha nesta relação (conhecimento, informações)?
- 16) Existe confiança na relação? Relatar como se dá esta confiança.

Design do produto e serviço

- 17) O produto/serviço foi desenvolvido para outros componentes adicionais além de geração de energia? Outras funcionalidades?
- 18) Como demonstram a sua funcionalidade para os interessados?
- 19) Fale sobre a customização (adaptação às necessidades dos interessados)?

Sustentabilidade

- 20) Este produto tem durabilidade? Atende a expectativa do cliente?
- 21) Economicamente como se descreve este produto/serviço?
- 22) Que benefícios proporciona ao interessado? Social e ambiental?

Roteiro para a entrevista com as distribuidoras de energia

Bloco 1 - Caracterização da Empresa

1) Algumas informações da empresa – criação, produtos, número de funcionários, sua atuação no mercado, entre outras.

Bloco 2 - Informações do participante

- 1) Função;
- 2) Formação;
- 4) Quanto tempo atua na empresa;
- 5) Outras experiências profissionais.

Bloco 3 - Informações sobre os itens para implementação do PSS

- 1) A empresa está adequada para a eficiência energética (geração de energia por células fotovoltaicas)?
- 2) A intenção é reduzir os custos energéticos?
- 3) A empresa se preocupa com o meio ambiente?

Contrato

- 4) Existe um contrato? O que rege este contrato? Quais são os procedimentos? Que legislação segue?
- 5) Quais são as responsabilidades de cada parte?
- 6) Como se dá esta formalização (o que determina, itens que contempla)?
- 7) Quais são os incentivos (existem)? Quais são os riscos (existem)?

Marketing

- 8) Como a empresa comunica este PSS?
- 9) Como o mercado tem recebido este tipo de produto/serviço – geração da própria energia?
- 10) Qual a percepção dos clientes em relação ao produto/serviço (custo/benefício/necessidade/preferências)?

Redes

- 11) Existem relações com parceiros? Com quem são as parcerias?
- 12) Como é a relação (troca de informações, conhecimento, equipamentos, etc.)?

13) Quem coordena? Existe partilha nesta relação (conhecimento, informações)?

14) Existe confiança na relação? Relatar como se dá esta confiança.

Design do produto e serviço

15) O produto/serviço foi desenvolvido para outros componentes adicionais além de geração de energia? Outras funcionalidades?

16) Fale sobre a customização (adaptação às necessidades dos interessados)?

Sustentabilidade

17) Este produto tem durabilidade? Atende a expectativa do cliente?

18) Economicamente como se descreve este produto/serviço?

19) Que benefícios proporciona ao interessado? Social e ambiental?

Roteiro para a entrevista com os consumidores que instalaram o sistema FV

Bloco 1 - Caracterização da Empresa

1) Algumas informações da empresa – criação, produtos, número de funcionários, sua atuação no mercado, entre outras.

Bloco 2 - Informações do participante

- 1) Função;
- 2) Formação;
- 4) Quanto tempo atua na empresa;
- 5) Outras experiências profissionais.

Bloco 3 - Informações sobre os itens para implementação do PSS

- 1) Por que a empresa buscou implementar práticas e tecnologias de eficiência energética (geração por células fotovoltaicas)?
- 2) Como foi a aquisição deste produto/serviços (compra/locação/prestação de serviço)?
- 3) A intenção é reduzir os custos energéticos? Quais as intenções?
- 4) A empresa se preocupa com o meio ambiente?

Contrato

- 5) Existe um contrato? O que rege este contrato? Quais são os procedimentos? Que legislação segue?
- 6) Quais são as responsabilidades de cada parte?
- 7) Como se dá esta formalização (o que determina, itens que contempla)?
- 8) Quais são os incentivos (existem)? Quais são os riscos (existem)?

Marketing

- 9) Como a empresa está comunicando este fato aos clientes e demais públicos?
- 10) Como o mercado tem recebido esta notícia – geração da própria energia?
- 11) Qual a percepção dos clientes em relação ao produto/serviço (custo/benefício/necessidade/preferências)?

Redes

- 12) Houve alguma parceria para instalação?

- 13) Como é a relação (troca de informações, conhecimento, equipamentos, etc.)? Acontece?
Quando? Muito tempo?
- 14) Em relação à confiança?

Design do produto e serviço

- 15) O produto/serviço atende as expectativas?
- 16) O que espera deste produto/serviço?
- 17) Que incentivos teve na aquisição?
- 18) Viu alguma barreira na hora de adquirir?

Sustentabilidade

- 19) Este produto tem durabilidade? Atende a sua expectativa?
- 20) Economicamente, como se descreve este produto/serviço?
- 21) Que benefícios proporciona ao interessado? Social e ambiental?