

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Verônica Dalmolin Cattelan

**DESEMPENHO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA**

Santa Maria, RS, Brasil
2019

Verônica Dalmolin Cattelan

**DESEMPENHO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR DE ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Administração, Área de Concentração Gestão Organizacional, Linha de Pesquisa de Estratégia em Organizações da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Administração**.

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk

Santa Maria, RS, Brasil
2019

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Cattelan, Verônica Dalmolin
DESEMPENHO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR DE
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA / Verônica Dalmolin Cattelan.-
2019.
179 p.; 30 cm

Orientador: Julio Cezar Mairesse Siluk
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Programa de
Pós-Graduação em Administração, RS, 2019

1. Ecossistema de Inovação 2. Inovação 3. Mensuração de
Desempenho 4. Energia Fotovoltaica I. Mairesse Siluk,
Julio Cezar II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

©2019

Todos os direitos reservados a Verônica Dalmolin Cattelan. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Travessa Fernandes Vieira, nº 150, Bairro Carolina, Santa Maria, RS. CEP: 97043-190.

Fone: (0xx)55 996571840; E-mail: veronica_vdc@hotmail.com

Verônica Dalmolin Cattelan

**DESEMPENHO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR DE ENERGIA
SOLAR FOTOVOLTAICA**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Administração, Área de Concentração Gestão Organizacional, Linha de Pesquisa de Estratégia em Organizações da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Administração**.

Aprovado em 16 de dezembro de 2019:

Julio Cezar Mairesse Siluk, Dr. (UFSM)
Presidente/Orientador

Alvaro Luiz Neuenfeldt Júnior, Dr. (UFSM)

Cláudia de Freitas Michelin, Dr. (UFSM)

Elpidio Oscar Benitez Nara, Dr. (UNISC)

Gil Eduardo Guimarães, Dr. (UNICRUZ)

Santa Maria, RS
2019

DEDICATÓRIA

Dedico essa Tese ao meu irmão Anderson e especialmente aos nossos pais Ademar e Ivone, por nunca medirem esforços para nos oferecerem o melhor. Também dedico aos meus avós, Rosa e Reinaldo, Leonida e Raul, que infelizmente não estão mais entre nós para presenciar esse momento, mas é impossível deixar de expressar toda a minha gratidão à educação recebida, ao exemplo de luta e ao amor dedicado que faz nossa família fortalecida até hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a DEUS e a NOSSA SENHORA DA MEDIANEIRA, em fé, que me fortalecem em todos os momentos de minha vida.

À minha família, em especial meus pais ADEMAR JOÃO CATTELAN e IVONE DALMOLIN CATTELAN pela motivação, pelo apoio constante, pelo amparo emocional, por entenderem minhas ausências, por aceitarem as minhas escolhas, respeitarem o meu tempo e principalmente, pelo amor incondicional. Vocês deixaram adormecer os seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus, por isso essa conquista foi possível e mais fácil. Gratidão meus pais, que eu possa retribuir ao longo das nossas vidas juntos parte do que me proporcionam todos os dias. Obrigada meu irmão ANDERSON DALMOLIN CATTELAN, que nós possamos sempre comemorar cada conquista juntos. Você cresceu muito rápido e te tornou alguém que eu admiro muito. Obrigada por existir e fazer parte dos meus dias.

À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA (UFSM) e ao PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (PPGA) pela oportunidade de realização deste curso.

À COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador, Professor JULIO CEZAR MAIRESSE SILUK, que além de confiar em mim e na minha humilde capacidade durante o mestrado, me acolheu novamente durante o período do doutorado. Obrigada pela orientação, pelos excelentes ensinamentos e principalmente pelas oportunidades de crescimento que me proporcionou ao longo desses anos de convívio. Serei sempre admiradora do seu trabalho.

À Professora KELMARA MENDES VIEIRA, pela orientação durante o meu primeiro ano de doutorado. Vou guardar esse período de vivência na memória e no coração. Sou profundamente grata por todo aprendizado acadêmico e apoio emocional que recebi. Obrigada por tamanha dedicação aos seus orientandos.

Aos professores que compuseram a banca, ALVARO LUIZ NEUENFELDT JÚNIOR, CLÁUDIA DE FREITAS MICHELIN, ELPIDIO OSCAR BENITEZ NARA e GIL EDUARDO GUIMARÃES, por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições para realização de melhorias neste trabalho durante a participação na banca de defesa desta Tese.

Ao Professor WESLEY VIEIRA DA SILVA, sou grata pelo apoio que foi fundamental durante o período do doutorado. Poucos profissionais tem o tamanho da sua empatia, por isso tens minha gratidão e admiração.

Agradeço também ao professor EUGENIO DE OLIVEIRA SIMONETTO pelas tão importantes contribuições durante a participação na banca de qualificação do projeto de pesquisa. Aos demais PROFESSORES do PPGA, agradeço os excelentes ensinamentos.

Aos colegas do Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC), em especial, ALINE MARTINS DOS SANTOS, CÉSAR OCTAVIO RAMIREZ GARCÍA, FERNANDO DE SOUZA SAVIAN, GRACIELE REDISKE, JORDANA RECH GRACIANO DOS SANTOS, LAUREN PERES LORENZONI, LISSANDRO DORNELES DALLA NORA, NATÁLIA GAVA GASTALDO, PAULA DONADUZZI RIGO, TAÍS BISOGNIN GARLET e VINÍCIUS JAKUES GERHARDT, meu mais solene agradecimento pelo auxílio durante as etapas de construção deste trabalho, sempre com disposição e muito bom humor.

Agradeço especialmente à colega FABÍOLA KACZAM e seu esposo RAFAEL VIEIRA pelo desenvolvimento da ferramenta computacional que é produto desta Tese, sou grata pela ajuda recebida e pela amizade de vocês.

Também sou grata às colegas CARMEN BRUM ROSA e KELEN FRANCIANE SCHEROLT MARQUES, que não mediram esforços para facilitar a minha compreensão sobre as temáticas desse trabalho.

Aos demais colegas de pós-graduação, com os quais tive o privilégio de conviver ao longo desse tempo, agradeço a parceria e ajuda que sempre dispuseram. Agradeço aos colegas do Grupo de Pesquisa em Finanças e Economia (FIN), em especial, ANI CAROLINE GRIGION POTRICH, BRUNA MÁRCIA MACHADO MORAES, GABRIEL MUTSCHAL DE OLIVEIRA, LUANA DOS SANTOS FRAGA, MYGRE MACHADO LOPES, SAMIA MERCADO ALVARENGA, SILVIA AMÉLIA MENDONÇA FLORES, VANESSA MARTINS VALCANOVER, VANESSA RABELO DUTRA e VINÍCIUS GIRARDI DA SILVEIRA.

Ao CAMPUS PALMEIRA DAS MISSÕES da UFSM, no qual tive a oportunidade de exercer a docência, que motivou o ingresso no doutorado. Aos meus alunos por tornarem essa experiência tão gratificante.

À DANIELA DE MELLO, por toda amizade. Sem o teu companheirismo, o desafio de desenvolver essa Tese seria muito mais exaustivo. Obrigada por me apoiar, acalmar e me divertir.

Enfim, a todos que das mais diversas formas me apoiaram e auxiliaram para a concretização desse sonho, eu deixo minha sincera gratidão. Cada pessoa que passou pela minha vida, deixou um pouco de si e me fez mais forte. Muito obrigada a todos!

Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Não importa quais sejam os obstáculos e as dificuldades. Se estamos possuídos de uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.

(Dalai Lama)

RESUMO

DESEMPENHO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

AUTORA: Verônica Dalmolin Cattelan
ORIENTADOR: Julio Cezar Mairesse Siluk

O aumento da complexidade do ambiente de negócios, o crescimento da concorrência e das demandas dos consumidores e o acelerado desenvolvimento de tecnologias estão alterando as condições em que as empresas funcionam e exigem a melhoria de suas práticas de gestão. Logo, a competitividade das organizações está diretamente relacionada à capacidade em se adequar às oscilações do ambiente em que estão inseridas e a busca pela inovação têm se configurado como um dos fatores-chave para a competitividade. Para abordar este processo de criação de valor conjunto, a partir do conceito de ecossistema de inovação, essa pesquisa propõe uma modelagem capaz de medir e avaliar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial. Tal setor cresce exponencialmente em todo o mundo, e esse crescimento técnico e comercial em geração de energia solar fotovoltaica deve estar apoiado a estudos de gestão da energia através de ferramentas de apoio à tomada de decisão. Para impulsionar o crescimento do setor de energia solar fotovoltaica, e em especial do segmento de Micro e Minigeração Distribuída (MMD), uma série de fatores econômicos, políticos, ambientais e sociais devem se fazer presentes, principalmente porque a adoção de uma inovação é um processo complexo. Para desenvolvimento da modelagem foram levantados 58 indicadores de desempenho. Utilizou-se, para isso, os pressupostos referentes aos *Key Performance Indicators* (KPI), além do suporte metodológico em elementos da *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Os KPI foram atribuídos a 36 Fatores Críticos de Sucesso (FCS) e agrupados em três Pontos de Vista Fundamentais (PVF): Capital Humano, Capital de Relacionamento e Capital Estrutural. O instrumento de coleta foi aplicado junto a 17 atores do ecossistema de inovação fotovoltaico e retornou a eles o respectivo desempenho global, assim como, o desempenho em cada um dos PVF que compreendem a competitividade nesse ambiente. Para facilitar a coleta, processamento dos dados e a atualização dos indicadores e escalas de avaliação, também foi desenvolvida uma ferramenta computacional. Com relação às contribuições, essa pesquisa pode ser considerada como o ponto de partida para a identificação dos fatores que levam ao sucesso competitivo dos atores do ecossistema de inovação estudado, além de permitir a mensuração do desempenho dos atores. As estimativas das taxas de substituição permitiram a visualização da diferença quanto a importância entre os KPI selecionados para a modelagem. Os valores resultantes demonstraram maior importância para os KPI: ser referência em inovação; possuir motivação ao investimento na tecnologia fotovoltaica; conhecer a regulamentação do setor de atividade e; conhecer as referências de qualidade técnica do sistema fotovoltaico. Os resultados evidenciaram que os atores avaliados possuem os menores níveis de desempenho para o Capital de Relacionamento, sugerindo uma maior dificuldade nas relações de interdependência entre os atores do ecossistema, que prejudica a geração de valor competitivo entre os *stakeholders* do setor de energia solar fotovoltaica.

Palavras-chave: Ecossistema de Inovação. Inovação. Mensuração de Desempenho. Energia Fotovoltaica.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF THE INOVATION ECOSYSTEM OF THE PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY SECTOR

AUTHOR: Verônica Dalmolin Cattelan

ADVISOR: Julio Cezar Mairesse Siluk

Increasing complexity in the business environment, increasing competition and consumer demands, and the rapid development of technologies are changing the conditions in which companies operate and require improved management practices. Thus, the competitiveness of organizations is directly related to the ability to adapt to the oscillations of the environment in which they operate and the search for innovation has been configured as one of the key factors for competitiveness. To address this process of creating joint value, based on the concept of innovation ecosystem, this research proposes a modeling capable of measuring and evaluating the competitive performance of the innovation ecosystem actors of the solar photovoltaic sector, in the structural and business spheres. . Such a sector is growing exponentially worldwide, and this technical and commercial growth in photovoltaic solar power generation should be supported by energy management studies through decision support tools. To drive the growth of the solar photovoltaic sector, and in particular the Micro and Distributed Minigeneration segment, a number of economic, political, environmental and social factors must be present, mainly because the adoption of an innovation is a complex process. For this, a qualitative, quantitative, exploratory and descriptive research was conducted through a multicase study. For modeling development 58 performance indicators were raised. For this, the assumptions regarding the Key Performance Indicators (KPI) were used, as well as the methodological support in elements of the Analytic Hierarchy Process (AHP). The KPI were assigned to 36 Critical Success Factors and grouped into three Fundamental Points of View: Human Capital, Relationship Capital and Structural Capital. The collection instrument was applied to 17 actors in the photovoltaic innovation ecosystem and the respective global performance was returned to them, as well as the performance in each of the Fundamental Points of View that comprise competitiveness in this environment. To facilitate the collection, processing of data and updating of indicators and scales of assessment, a computational tool was also developed. With regard to contributions, this research can be considered as the starting point for identifying the factors that lead to the competitive success of the actors in the studied innovation ecosystem, in addition to allowing the measurement of the actors' performance. The replacement rate estimates allowed the visualization of the difference regarding the importance between the KPI selected for the modeling. The resulting values demonstrated greater importance for KPI: being a reference in innovation; be motivated to invest in photovoltaic technology; know the regulation of the activity sector and; know the technical quality references of the photovoltaic system. The results showed that the evaluated actors have the lowest levels of performance for Relationship Capital, suggesting a greater difficulty in the interdependence relationships between the actors in the ecosystem, which undermines the generation of competitive value among the stakeholders of the photovoltaic solar energy sector.

Keywords: Ecosystem of Innovation. Innovation. Performance Measurement. Photovoltaic Energy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da Tese.....	33
Figura 2 – Seção transversal de uma célula fotovoltaica.....	40
Figura 3 – Tipos de sistemas fotovoltaicos	41
Figura 4 – Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica de geração centralizada.....	42
Figura 5 – Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica de geração distribuída	43
Figura 6 – Matriz elétrica brasileira em março de 2018.....	46
Figura 7 – Influência do clima sobre a produção de energia, sua distribuição e uso	47
Figura 8 – Média anual da irradiação global horizontal diária no território brasileiro	48
Figura 9 – Unidades consumidoras com geração distribuída fotovoltaica (2011-2017).....	51
Figura 10 – Potência total instalada (kW) em geração distribuída fotovoltaica por Unidade Federativa em março de 2018.....	53
Figura 11 – Número de instalações de geração distribuída fotovoltaica por Unidade Federativa em março de 2018.....	54
Figura 12 – Modelo de ecossistema de negócios	57
Figura 13 – Domínios do ecossistema empreendedor e inovador	58
Figura 14 – Matriz de análise da competitividade.....	61
Figura 15 – Fatores determinantes da competitividade	63
Figura 16 – Fases do processo de apoio à decisão	71
Figura 17 - Estrutura da árvore hierárquica.....	73
Figura 18 – Desenvolvimento metodológico da pesquisa	81
Figura 19 – Ecossistema de inovação fotovoltaico em geração distribuída de energia	86
Figura 20 – Matriz de amarração da pesquisa	89
Figura 21 – Estrutura hierárquica para avaliação da competitividade.....	95
Figura 22 – KPI 1.1.1	97
Figura 23 – Instrumento de coleta de dados disponibilizado a partir da plataforma <i>Google Forms</i>	99
Figura 24 – Resultados para o desempenho global dos atores	119
Figura 25 – Resultados para o desempenho global dos grupos de atores.....	120
Figura 26 – Resultados para o desempenho dos atores no PVF 1	123
Figura 27 – Resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 1	124
Figura 28 – Resultados para o desempenho dos atores no PVF 2.....	125
Figura 29 – Resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 2	126

Figura 30 – Resultados para o desempenho dos atores no PVF 3	127
Figura 31 – Resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 3.....	128
Figura 32 – Tela inicial da ferramenta desenvolvida.....	130
Figura 33 – Exemplo de preenchimento de resposta	131
Figura 34 – Visualização do desempenho global dos atores	131
Figura 35 – Visualização detalhada do desempenho global	132
Figura 36 – Informações sobre a origem da ferramenta	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pesquisa bibliométrica.....	35
Quadro 2 – Unidades Consumidoras com geração distribuída por tipo de geração, em março de 2018	51
Quadro 3 – Unidades Consumidoras com geração distribuída por classe de consumo, em março de 2018	52
Quadro 4 – Unidades consumidoras com geração distribuída por modalidade, em março de 2018	52
Quadro 5 – Principais métodos utilizados para mensuração de desempenho	65
Quadro 6 – Métodos multicritério de apoio à decisão.....	69
Quadro 7 – Escala da Análise Hierárquica de Processos	74
Quadro 8 – Delineamento da pesquisa	77
Quadro 9 – FCS e KPI relacionados ao PVF 1	92
Quadro 10 – FCS e KPI relacionados ao PVF 2	93
Quadro 11 – FCS e KPI relacionados ao PVF 3	94
Quadro 12 – Faixas de avaliação do desempenho competitivo.....	102
Quadro 13 – Fabricantes e Desenvolvedores participantes da pesquisa	106
Quadro 14 – Distribuidores participantes da pesquisa	106
Quadro 15 – Unidades Prossumidoras participantes da pesquisa	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Importâncias e taxas de substituição local dos KPI.....	109
Tabela 2 – Importâncias e taxas de substituição local dos FCS	111
Tabela 3 – Importâncias e taxas de substituição local dos PVF.....	112
Tabela 4 – Taxas de substituição global dos KPI do PVF 1.....	113
Tabela 5 – Taxas de substituição global dos KPI do PVF 2.....	115
Tabela 6 – Taxas de substituição global dos KPI do PVF 3.....	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
AGESOLAR	Associação Gaúcha de Energia Solar
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	<i>Analytic Network Processes</i>
APO	Administração por Objetivos
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
EIA	<i>U.S. Energy Information Administration</i>
ELECTRE	<i>Elimination and Choice Translating algorithm</i>
EOL	Central Geradora Eólica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
GD	Geração Distribuída
GEPOC	Grupo de Eletrônica de Potência e Controle
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ICT	Instituições de Ciência e Tecnologia
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineer</i>
IFFar	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
MACBETH	<i>Measuring Attractiveness by a Categorical based Evaluation Technique</i>
MAUT	<i>Multiattribute Utility Theory</i>
MCDA	<i>Multi Criteria Decision Aid</i>
MMD	Micro e Minigeração Distribuída
MME	Ministério de Minas e Energia
NIC	Núcleo de Inovação e Competitividade
ONG	Organizações não Governamentais
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation</i>
PVF	Pontos de Vista Fundamentais
REN	Resolução Normativa
RGE	Rio Grande Energia
SFCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional
SMD	Sistema de Medição de Desempenho
SNI	Sistema Nacional de Inovação
UC	Unidade Consumidora
UF	Unidade Federativa
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica

UHE	Usinas Hidrelétricas
UTE	Usinas Termoelétricas
UTN	Usinas Termonucleares
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	27
1.2 OBJETIVO GERAL.....	28
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
1.4 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA.....	29
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	32
2 REFERENCIAL TEÓRICO	35
2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	39
2.1.1 Potencial nacional de energia solar fotovoltaica	45
2.1.1.1 <i>Potencial nacional de energia solar fotovoltaica em geração centralizada.....</i>	<i>49</i>
2.1.1.2 <i>Potencial nacional de energia solar fotovoltaica em microgeração e minigeração distribuída.....</i>	<i>50</i>
2.2 ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO	55
2.3 COMPETITIVIDADE	59
2.4 SISTEMAS DE MENSURAÇÃO DE DESEMPENHO	63
2.5 ELEMENTOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO.....	67
2.5.1 Análise Hierárquica de Processos	72
3 METODOLOGIA.....	77
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	77
3.2 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO	80
3.3 MAPEAMENTO DO ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO FOTOVOLTAICO	85
3.3.1 Delimitação dos sujeitos da pesquisa	87
3.4 CONSTRUÇÃO DA MODELAGEM	91
3.4.1 Construção da Árvore de Decisão.....	91
3.4.2 Construção dos KPI e Escalas de Avaliação	96

3.4.3 Validação dos KPI e Escalas de Avaliação	97
3.4.4 Construção do Instrumento de Coleta de Dados	98
3.5 MATRIZ DE AMARRAÇÃO	88
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	105
4.1 COLETA DE DADOS E PERFIL DOS SUJEITOS DA PESQUISA	105
4.2 MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO DOS ATORES DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO FOTOVOLTAICO	108
4.3 FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA A MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO	129
5 CONCLUSÕES	135
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	135
5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	137
5.3 PERSPECTIVAS DE ESTUDOS FUTUROS	138
REFERÊNCIAS	139
APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS.....	153
ANEXO A – MODELO DE CARTA DE APRESENTAÇÃO.....	179

1 INTRODUÇÃO

O aumento da complexidade do ambiente de negócios, o crescimento da concorrência e das demandas dos consumidores e o acelerado desenvolvimento de tecnologias informativas e comunicacionais estão alterando as condições em que as empresas funcionam e exigem a melhoria de suas práticas de gestão (GOMES et al., 2016). Logo, a competitividade das organizações está diretamente relacionada à capacidade de se adequar às oscilações do ambiente em que estão inseridas (BRUM, et al., 2018).

A busca pela inovação tem se configurado como um dos fatores-chave da competitividade e crescimento nos diferentes mercados e deve ser tratada em seu sentido mais amplo, não se limitando ao desenvolvimento de novos produtos. Existe um debate permanente e fundamental em torno da organização de atividades dentro e fora dos limites da empresa (KAPOOR; LEE, 2013). Tradicionalmente, este debate se concentrava principalmente na terceirização de atividades de produção (RONG et al., 2013). Recentemente, muitos estudiosos voltaram sua atenção para o fenômeno da rede de atores envolvidos no desenvolvimento de inovações.

Este fenômeno recebeu rótulos diferentes, como por exemplo, inovação aberta (CHESBROUGH, 2006) ou redes de inovação (LEE et al., 2016). Adner e Kapoor (2010) argumentam que as inovações complexas tendem envolver uma série de atores, exigindo mudanças não limitadas às redes de fornecimento, onde outros atores podem ser afetados, como os reguladores.

Para abordar este processo de criação de valor conjunto, vários estudiosos propuseram e desenvolveram o conceito de ecossistema de inovação (ADNER, 2006; ADNER; KAPOOR, 2016), que se baseia no conceito de ecossistema de negócios, inicialmente proposto por Moore (1993). O conceito de ecossistema de inovação passa a ser alvo de atenção das empresas com ambição de se manterem em mercados competitivos. Tal temática vem ganhando importância em diversas regiões do mundo e em várias áreas do conhecimento, reunindo governo, indústria, academia e usuários de forma geográfica ou pelo uso intensivo das tecnologias de informação e comunicação (CHUKHRAY, 2012).

O conceito de ecossistema evidencia a interdependência de atores que buscam um objetivo comum, criar ou capturar valor a partir de uma oportunidade percebida. Nessa perspectiva, ecossistema de inovação pode ser entendido como uma rede de organizações interconectadas, ligadas a uma empresa focal ou plataforma tecnológica, que incorpora todos

os *stakeholders*, criando e apropriando novos valores através da inovação (ADNER, 2006; CHUKHRAY, 2012; ADNER; KAPOOR, 2016).

No Brasil, o cenário de inovação e colaboração entre os diferentes atores de seu ecossistema nacional intensificou-se após o estabelecimento do marco legal em 2004 e 2005, destacadamente com o advento da Lei de Inovação (Lei n. 10.973) e Lei do Bem (Lei n. 11.196) que ofereceram maior segurança jurídica dessas relações e incentivaram com benefícios fiscais a atividade de cooperação em pesquisa e desenvolvimento entre empresas e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) (IKENAMI; GARNICA; RINGER, 2016).

Levando em consideração a totalidade de negócios existentes, a proposta deste estudo acerca do ecossistema de inovação, focará em empresas do setor de energia fotovoltaica. Esse tipo de negócio apresenta uma demanda crescente, visto que o cenário mundial aponta para a diversificação da matriz elétrica, ou seja, pela busca de novas fontes de energia que possam atender ao acelerado aumento do consumo, de forma não poluente, sustentável e economicamente viável. Uma das questões fundamentais para o desenvolvimento sustentável está na inovação e desenvolvimento de tecnologias de conversão e aproveitamento de recursos energéticos naturais. A necessidade de energia para o desenvolvimento de um país é inquestionável, porém a aplicação de tecnologias que buscam o incremento da eficiência energética e a sustentabilidade da produção asseguram e possibilitam um desenvolvimento com impactos ambientais reduzidos (PEREIRA et al., 2017). Ao encontro de tal afirmação, o Ministério de Minas e Energia (MME) através da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) destaca que o crescimento econômico brasileiro impõe uma demanda crescente de energia (EPE, 2017).

Nesse sentido, torna-se evidente, o importante papel que a energia solar pode desempenhar na expansão da matriz elétrica brasileira, aumentando sua resiliência com a diversificação das fontes e exploração de possíveis complementaridades. O uso de tecnologias de conversão de energia solar vem crescendo mundialmente a taxas elevadas, tanto para aplicações térmicas, quanto fotovoltaicas. Entre 2010 e 2016, a capacidade instalada global por sistemas fotovoltaicos cresceu, em média, 40%, contra 16% da eólica e aproximadamente 3% da hídrica (REN21, 2016). O uso de sistemas fotovoltaicos possibilita a geração distribuída de eletricidade com plantas de pequena e média escala instaladas em edifícios residenciais e comerciais que produzem energia para consumo próprio e despacham o excedente para distribuição na rede do sistema elétrico. A geração de energia distribuída pode contribuir para a redução de perdas no Sistema Interligado Nacional (SIN) em razão da distância entre as plantas de geração e os centros consumidores (PEREIRA et al., 2017).

Do ponto de vista estratégico, o Brasil possui uma série de características favoráveis, tais como, altos níveis de insolação e grandes reservas de quartzo de qualidade, que geram importante vantagem competitiva na produção de silício metalúrgico, células e módulos solares, produtos de alto valor agregado (EPE, 2012). Tais fatores potencializam a atração de investidores e o desenvolvimento de um mercado interno, permitindo que se vislumbre um papel importante na matriz energética para este tipo de tecnologia.

Entretanto, apresentam-se como desvantagens a necessidade de viabilizar a tecnologia solar no País, em especial ao que diz respeito ao respaldo regulatório, financiamentos de sistemas solares, securitização de sistemas solares, impostos e aspectos culturais (EPE, 2012). Diante deste cenário, para obter uma vantagem competitiva e defender posições estratégicas no mercado, é necessário que os gestores deste setor conheçam e compreendam a dinâmica dos atores nos âmbitos empresarial e estrutural, permeados pelos indicadores capazes de mensurar, de fato, sua realidade específica e capacidade de inovação (DI SERIO; VASCONCELLOS, 2017). Além disso, torna-se determinante para o avanço deste mercado o monitoramento da competitividade sistêmica, a qual se evidencia como sendo a barreira mais crítica para o desenvolvimento e ampliação desta fonte geradora de eletricidade. Sendo assim, percebe-se que a geração de energia fotovoltaica está inserida em um ambiente mundialmente competitivo, principalmente por apresentar-se em um setor com características específicas, o que obriga os envolvidos a desempenhar processos com máxima eficiência, principalmente no que tange os fatores considerados como os mais relevantes para a competitividade, como a inovação (ROSA; SILUK; MICHELS, 2016).

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O cenário descrito anteriormente mostra que energia fotovoltaica movimenta uma das indústrias que mais crescem ao redor do mundo. Verifica-se que para manter esse crescimento, é de grande relevância o desenvolvimento de ferramentas de gestão que facilitem a inserção crescente dessa modalidade de geração de energia na matriz energética e também a busca de novas tecnologias fotovoltaicas para ganho de competitividade (JAGER-WALDAU, 2006; PARIDA; INIYAN; GOIC, 2011).

Com as profundas e constantes mudanças no cenário mundial, a competitividade é um dos termos mais em voga nos estudos relacionados aos fatores que permitem a sustentabilidade dos negócios ao longo do tempo. Essas mudanças são decorrentes do aumento da utilização do conhecimento tecnológico associado com a inovação, e das

constantes reorganizações estruturais das organizações devido a isso, dando origem a uma nova economia, baseada no conhecimento e no poder da comunicação (PORTER, 2009).

A partir dessa necessidade, verifica-se que o setor de energia solar fotovoltaica no Brasil vem em uma trajetória de busca por informações técnicas e de gestão, a fim de orientar e facilitar a tomada de decisão, para que a fonte solar fotovoltaica seja competitiva frente às outras fontes de geração de energia que se destacam na matriz energética do País. Identificar as tendências de mercado no que tange a inovação e definir os requisitos para as melhorias necessárias é essencial para ter sucesso no ambiente competitivo (FU; JAMES; WOODHOUSE, 2015). Porém, atualmente, existe a carência de informações baseadas em dados que refletem a realidade do setor e que sejam utilizadas como ferramentas para a tomada de decisão.

Diante da contextualização descrita que remete à alta competitividade e o rápido crescimento da energia solar, a proposta dessa Tese é estudar a competitividade baseada no ecossistema de inovação em energia fotovoltaica. Para a concepção deste, serão abordados os seguintes eixos temáticos: setor de energia solar fotovoltaica, ecossistema de inovação, competitividade, sistema de mensuração de desempenho e elementos multicritério para tomada de decisão.

Assim, o estudo propõe o seguinte questionamento: **Como mensurar e avaliar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação no setor de energia solar fotovoltaica?**

Para responder ao questionamento o estudo elencou um objetivo geral, seguido de cinco objetivos específicos.

1.2 OBJETIVO GERAL

Propor uma modelagem capaz de medir e avaliar o nível de competitividade dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para responder ao objetivo geral, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) descrever as características do setor de energia solar fotovoltaica;

- b) mapear os atores do ecossistema de inovação fotovoltaico para delimitar os sujeitos da pesquisa;
- c) identificar os fatores mais relevantes para o desempenho competitivo nos âmbitos estrutural e empresarial, a partir do ecossistema de inovação do setor e desenvolver um sistema de indicadores;
- d) construir e testar uma modelagem capaz de refletir a situação competitiva dos atores do ecossistema com base nos fatores identificados;
- e) desenvolver uma ferramenta capaz de facilitar a implementação da modelagem.

1.4 JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA

O mundo moderno consome cada vez mais energia elétrica como resultado do avanço tecnológico o qual tornou os processos diários das indústrias, comércio, das áreas rurais, infraestruturas das cidades e lares familiares mais automatizados (NARAYAN; DOYTCH, 2017; SAIDI; RAHMAN; AMAMRI, 2017). Segundo *US Energy Information Administration* (EIA), a projeção mundial de crescimento da geração de energia elétrica é de 2,28% ao ano entre 2015 e 2040 (EIA, 2017) e no Brasil, o aumento da demanda de energia elétrica tem previsão de crescer em uma taxa de 3,2% ao ano entre 2013 e 2050 (EPE, 2016).

Como consequência, se a demanda por energia elétrica aumenta de forma significativa, os recursos ambientais não renováveis tornam-se cada vez mais escassos (MOSIÑO, 2012; PONSIOEN; VIEIRA; GOEDKOOOP, 2014). E, com a redução da disponibilidade, a produção de energia elétrica através dos recursos não renováveis se tornará mais custosa (PONSIOEN; VIEIRA; GOEDKOOOP, 2014), além de contribuir para o aquecimento global, que é decorrente das emissões de gases em função da queima de combustíveis fósseis e apresenta-se como um problema relevante para muitos países (MOSIÑO, 2012; CORAM; KATZNER, 2018).

Sob essa perspectiva, a substituição da matriz energética por recursos não poluentes é fundamental e atender a demanda supracitada sem novas emissões e abdicar do uso de recursos não renováveis passa a ser o atual desafio do desenvolvimento das economias (SILVA; SOARES; AFONSO, 2013). Assim, o avanço do uso das tecnologias de geração a partir de recursos renováveis deve ser priorizado. A energia renovável é distinguida das fontes de energia não renováveis pelo tempo necessário que o recurso precisa para ser retornado à natureza, logo, que seja renovável ao menos no período de uma geração. A projeção que mostra o aquecimento do mercado, segundo EIA (2017), projeta a ampliação da participação

das energias renováveis em uma taxa de 2,8% por ano, totalizando aproximadamente 30% da geração mundial de eletricidade em 2040.

Nesse contexto, a tecnologia solar fotovoltaica torna-se uma das alternativas energéticas mais promissoras da atualidade, tendo em vista os desafios estratégicos, socioeconômicos e ambientais. Logo, tem apresentado um potencial para tornar-se uma das fontes de eletricidade predominantes no mundo, apresentando um crescimento contínuo mesmo em tempo de crise financeira e econômica (HOLDERMANN; KISSEL; BEIGEL, 2014).

A energia fotovoltaica conectada à rede ainda é uma forma de energia em estado inicial no Brasil, representando apenas 1,26% da matriz elétrica do País (PEREIRA et al., 2017). Entretanto, considerando as condições vantajosas do território brasileiro para geração desse tipo de energia, torna-se possível o desenvolvimento do setor a partir de ações que permitam sua expansão.

Tal avanço pode representar três principais eixos de benefícios, segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). Na esfera socioeconômica tem-se a geração de empregos, visto que estima-se que são criados aproximadamente de 25 a 30 empregos diretos para cada megawatt instalado por ano. Esse volume é bastante representativo perante a realidade do setor energético brasileiro, sendo uma das fontes energéticas que mais gera emprego por megawatt instalado (ABSOLAR, 2017). Tem-se também a oportunidade de desenvolver a cadeia produtiva do setor de energia solar fotovoltaica, fabricando equipamentos de alto conteúdo tecnológico, cenário favorece o aquecimento das economias de municípios e dos estados brasileiros.

Quando o foco é dado à temática ambiental, é relevante considerar que se trata de uma fonte reconhecidamente limpa, renovável e de baixo impacto ambiental. A energia solar fotovoltaica também pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa do País, permitindo que o Brasil busque o cumprimento da de redução de emissões de gases de efeito estufa, estabelecido pelo Acordo de Paris em 2015 (ABSOLAR, 2017; PEREIRA et al., 2017). Também é importante salientar que por ser uma tecnologia robusta, o sistema fotovoltaico opera sem partes móveis, sem ruído e com baixíssima manutenção, facilitando sua operação pela população em geral.

Como terceiro eixo de benefícios, existem as questões estratégicas. O investimento nesse tipo de energia promove uma maior autonomia energética e diversifica o suprimento energético, tornando o País menos dependente de uma só fonte e incluindo uma fonte renovável na matriz (ABSOLAR, 2017). Com isso, é possível adquirir maior estabilidade e

segurança no suprimento de energia elétrica. A energia solar fotovoltaica também pode ajudar a reduzir ou postergar investimentos em transmissão e distribuição de energia, já que esses sistemas quando instalados de forma distribuída junto às Unidades Consumidoras (UC) reduzem as perdas elétricas gerando mais eficiência econômica e técnica para o sistema.

Assim, torna-se possível a visualização dos múltiplos ganhos que o avanço desse setor pode proporcionar e este crescimento tem a tendência de ser mais expressivo a partir da adoção de ferramentas que auxiliem na gestão para o ganho de competitividade por meio da inovação, como proposta desse estudo. Neste sentido, as ações promovidas pelo setor, em razão da perspectiva do ecossistema de inovação, podem ser entendidas como parte de um sistema de inovação que gera competitividade envolvendo a interação entre a população, organizações privadas, instituições de ensino, pesquisa e fomento, e organismos governamentais.

O desenvolvimento dessa Tese deu sequência a uma série de pesquisas desenvolvidas pelo Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O projeto âncora é intitulado “Modelagem para mensuração do desempenho organizacional na gestão da energia fotovoltaica: uma ferramenta de apoio ao processo decisório” e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a partir de Bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora.

Sob a perspectiva acadêmica, foi realizada uma pesquisa bibliométrica contemplando os principais mecanismos de buscas, como as bases *Scopus*, *Science Direct*, *Emerald* e *Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE) Xplore*, a partir da definição das palavras-chave “energia fotovoltaica”, “ecossistema de inovação” e “mensuração de desempenho”, e de suas respectivas traduções para “*photovoltaic energy*”, “*ecosystem of innovation*” e “*performance measurement*”. Dos resultados dessa busca foram selecionados trabalhos em que as palavras-chave estavam correlacionadas. O período compreendido entre 2010 e 2019 foi o delimitador, considerando o critério dos artigos mais relevantes e a correlação dos termos no título, resumo e palavras-chave.

O Capítulo 2 desse trabalho, Referencial Teórico, conta com os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliométrica, considerando que os trabalhos selecionados contribuíram para as abordagens dessa Tese.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta Tese foi estruturada em seis capítulos que contemplam a introdução, o referencial teórico, a metodologia, a construção da modelagem para mensuração da competitividade, a aplicação da modelagem e as conclusões.

Compreendendo a introdução do trabalho, a qual tem por finalidade contextualizar o problema de pesquisa, o Capítulo 1 apresenta o objetivo geral e os objetivos específicos a serem atingidos nesse trabalho e justifica sua relevância.

O Capítulo 2 contempla o referencial teórico utilizado como base para a construção da modelagem e das análises, iniciando pela bibliometria e permeando os conhecimentos a respeito do setor de energia solar fotovoltaica, ecossistemas de inovação, competitividade, sistemas de mensuração de desempenho e avaliação multicritério de apoio à tomada de decisão.

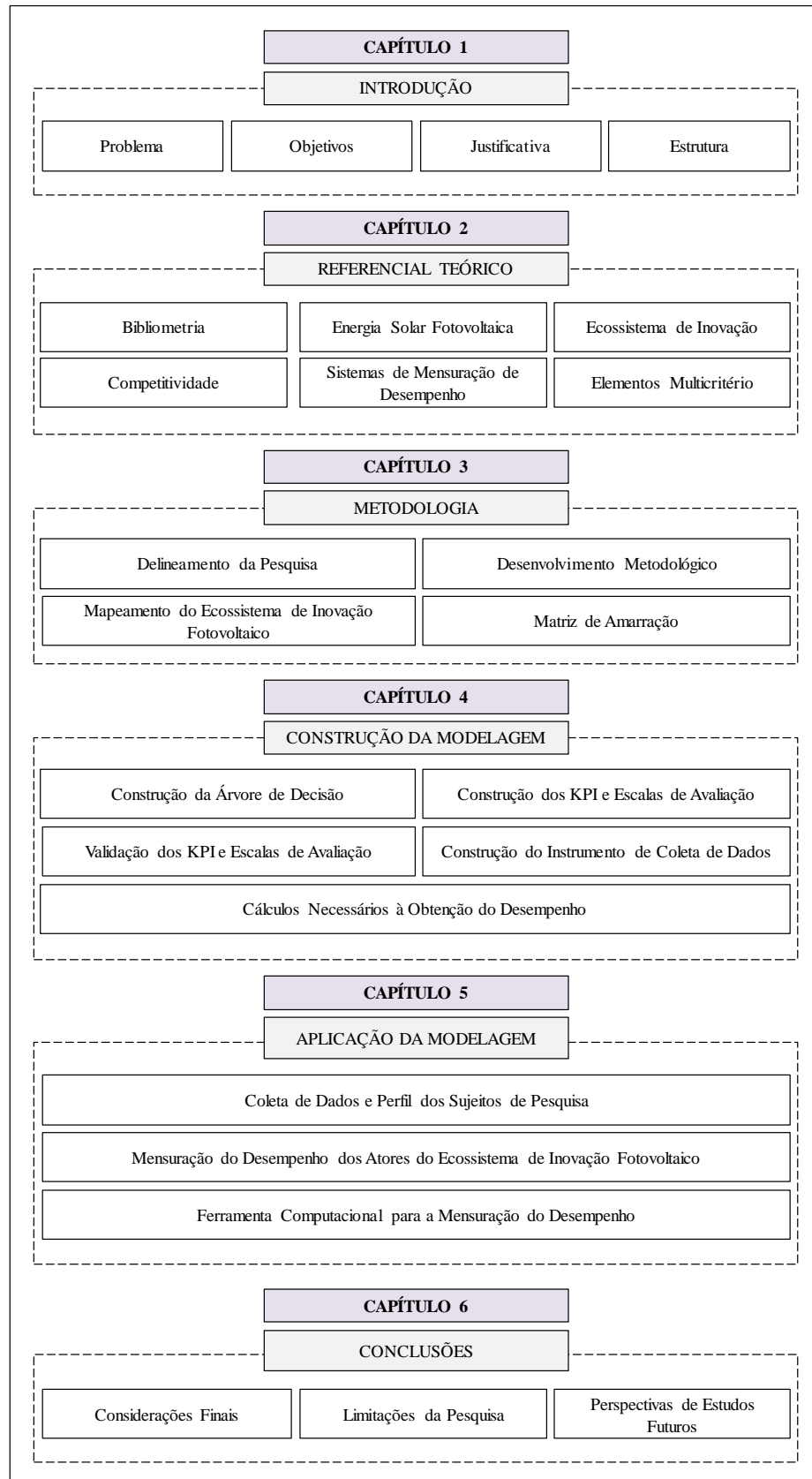
A metodologia do trabalho é apresentada no Capítulo 3 e conta com o delineamento da pesquisa, que se refere ao enquadramento quanto à natureza, forma de abordagem, objetivos, procedimentos técnicos e método científico. Esse capítulo também descreve de maneira detalhada, as etapas do desenvolvimento metodológico. Na sequência a metodologia ainda traz o mapeamento do ecossistema fotovoltaico para a delimitação dos sujeitos da pesquisa, e finaliza com a matriz de amarração, que se trata do escopo geral de toda a pesquisa.

O Capítulo 4 permite a visualização da construção da modelagem a partir das etapas sugeridas pela metodologia AHP. Já o Capítulo 5 trata a aplicação da modelagem e conta com a descrição do procedimento de coleta de dados e do perfil dos sujeitos da pesquisa; com a mensuração do desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica e; com a explanação da ferramenta computacional desenvolvida para a mensuração do desempenho.

A última etapa do trabalho, Capítulo 6, destina-se as conclusões obtidas e abrange as considerações finais, contemplando também as limitações e perspectivas para estudos futuros.

A Figura 1 apresenta tal estrutura:

Figura 1 – Estrutura da Tese



Fonte: Adaptada de Michelin (2018).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Sob a lógica da estrutura apresentada no capítulo anterior, foi realizada a pesquisa bibliométrica, que resultou na seleção de trabalhos que deram suporte a etapa inicial da construção do referencial teórico. Para tal, foram determinadas as seguintes palavras-chave: “ecossistema de inovação; energia fotovoltaica; mensuração de desempenho; *ecosystem of innovation; photovoltaic energy* e; *performance measurement*”, que combinadas par a par, resultaram em uma listagem dos artigos que continham alguma correlação entre essas temáticas. O período delimitado para a análise bibliométrica foi do ano de 2010 a 2019.

A partir das buscas nas bases que resultaram em um número de artigos significativos e que possuem maior relevância na área dessa pesquisa, *Scopus*, *Science Direct*, *Emerald* e *IEEE Xplore*, foi possível encontrar 719 artigos em todas as áreas com alguma correlação entre as palavras-chave. Como critério de seleção, foi realizada a leitura dos títulos e dos resumos, para fins de escolha dos estudos com maior relevância por se aproximarem das temáticas que deram suporte a construção desta Tese.

O Quadro 1 apresenta os dados dos 27 artigos selecionados.

Quadro 1 – Pesquisa bibliométrica

(continua)

Título	Referência	Palavras-chave	Objetivo
<i>Identification of energy policy priorities from existing energy portfolios using hierarchical decision model and goal programming: Case of Germany and France</i>	Daim et al. (2010)	<i>Performance measurement; Photovoltaic energy.</i>	Identificar a priorização de políticas de energia a partir de portfólios de energia existentes usando modelo de análise hierárquica de apoio à tomada de decisão.
<i>Modified PROMETHEE approach for assessing energy technologies</i>	Oberschmidt et al. (2010)	<i>Performance measurement; Photovoltaic energy.</i>	Elaborar uma metodologia multicritério para a avaliação do desempenho das tecnologias de fornecimento de energia, que também leva em consideração a dinâmica das mudanças tecnológicas.
<i>Green energy sources (GES) selection based on multi- criteria decision analysis (MCDA)</i>	Datta et al. (2011)	<i>Performance measurement; Photovoltaic energy.</i>	Este trabalho tem como objetivo identificar os principais desafios das fontes de energia verde para os futuros sistemas de energia e sugere uma fonte apropriada com base na preferência do tomador de decisão sobre as várias questões para enfrentar desafios, a partir da aplicação da análise hierárquica de processos (AHP).

Quadro 1 – Pesquisa bibliométrica

(continua)

Título	Referência	Palavras-chave	Objetivo
<i>The Organization of Innovation in Ecosystems: Problem Framing, Problem Solving, and Patterns of Coupling</i>	Brusoni e Prencipe (2013)	<i>Ecosystem of innovation; Performance measurement.</i>	Adotar uma perspectiva de solução de problemas para analisar a dinâmica competitiva dos ecossistemas de inovação.
<i>Crowdsourcing the ecosystem's expectations: a decision-making process to manage the unmanageable</i>	Shaughnessy (2014)	<i>Ecosystem of innovation; Performance measurement.</i>	Mostrar como as empresas que monitoram a mudança dinâmica do ecossistema podem desenvolver relatórios de <i>scorecards</i> baseados no público para orientar a tomada de decisões.
<i>Nurturing business ecosystems for growth in a foreign market: Incubating, identifying and integrating stakeholders</i>	Rong et al. (2015)	<i>Ecosystem of innovation; Performance measurement.</i>	Demonstrar como as empresas nutrem seus ecossistemas de negócios para se desenvolver no mercado chinês e estimular a demanda.
<i>Proposal of the Instrument for Measuring Innovation in the Generation Photovoltaics</i>	Rosa, Siluk e Michels (2016)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Propor um instrumento para medir o nível organizacional de inovação na geração fotovoltaica distribuída.
<i>Diversity in solar photovoltaic energy: Implications for innovation and policy</i>	Lacerda e Van Den Bergh (2016)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Realizar um estudo qualitativo empírico da indústria solar fotovoltaica, a fim de investigar o papel da diversidade no estímulo à inovação e à difusão, identificando as principais dimensões e componentes da diversidade na indústria solar fotovoltaica.
<i>Regional parameters and solar energy enterprises: Purposive sampling and group AHP approach</i>	Apostolopoulos e Liargovas (2016)	<i>Performance measurement; Photovoltaic energy.</i>	Investigar a relação entre os fatores regionais e a atratividade do investimento na produção de energia solar através da aplicação da análise hierárquica de processos (AHP).
<i>Governance of Innovation Support Activities</i>	Wallin (2016)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Avaliar como os governos podem nutrir atividades de inovação, apoiando a pesquisa de empresas individuais, estabelecendo novas redes para atividades de inovação e contribuindo para os fatores contextuais gerais que sustentam o comportamento inovador.
<i>Resource Redeployment in Business Ecosystems</i>	Hannah, Bremner e Eisenhardt (2016)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Apresentar um estudo de caso sobre a redistribuição de recursos por parte de uma empresa da indústria solar dos EUA, propondo mecanismos de criação de valor quando os recursos são redistribuídos nos ecossistemas.
<i>City clusters and break-out in corporate competitiveness: Patterns and perspectives focusing on innovation capabilities and India</i>	Momaya (2016)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Analisar os padrões de localização de atividades-chave para o <i>break-out</i> na competitividade corporativa. O principal objetivo é identificar os vínculos que podem existir entre a localização das atividades do centro corporativo, as capacidades de inovação e o desdobramento.

Quadro 1 – Pesquisa bibliométrica

(continua)

Título	Referência	Palavras-chave	Objetivo
<i>Ecosystem discovery: Measuring clean energy innovation ecosystems through knowledge discovery and mapping techniques</i>	Lin et al. (2016)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Demonstrar a viabilidade de uma compilação de dados automáticos para realizar análise de texto, processamento de linguagem natural e análise de links para identificar ecossistemas de inovação de energia limpa nos Estados Unidos.
<i>Creating the innovation ecosystem for renewable energy via social entrepreneurship: Insights from India</i>	Surie (2017)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Desenvolver um <i>framework</i> a fim de delinear mecanismos para a formação de um ecossistema e de novos mercados em empreendedorismo social assim como fornecer exemplos de casos no setor energético rural na Índia para apoiar o quadro.
<i>Searching through the jungle of innovation conceptualisations: System, network and ecosystem perspectives</i>	Russo-Spena, Tregua e Bifulco (2017).	<i>Ecosystem of innovation; Performance measurement.</i>	Contribuir para o debate interdisciplinar promovido pela comunidade de pesquisa em serviços, estabelecendo um quadro conceitual a partir das diferentes perspectivas e abordagens sistêmicas e multifacetadas para a inovação.
<i>A multi-level perspective on innovation ecosystems for path-breaking innovation</i>	Walrave et al. (2017)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Contribuir para a literatura sobre ecossistemas de inovação, considerando explicitamente a viabilidade sócio-técnica do ecossistema de inovação em torno de uma inovação pioneira.
<i>Collaborative services provision for solar power plants</i>	Camarinha-Matos et al. (2017)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Apoiar a prestação de serviços comerciais eficazes ao longo do ciclo de vida de produtos complexos aprimorados, como o caso das usinas de energia solar e explorar abordagens colaborativas para serviços de negócios <i>multi-stakeholder</i> .
<i>Social value of an innovation ecosystem: the case of Leiden Bioscience Park, The Netherlands</i>	Fulgencio (2017)	<i>Ecosystem of innovation; Performance measurement.</i>	Esclarecer a compreensão do valor social em um ecossistema de inovação através da combinação de estudos e conceitos existentes na literatura e observações em um ecossistema de inovação.
<i>Digital innovation in the energy industry: The impact of controversies on the evolution of innovation ecosystems</i>	Kolloch e Dellermann (2018)	<i>Ecosystem of innovation; Photovoltaic energy.</i>	Investigar o impacto de controvérsias sobre os ecossistemas de inovação digital, através de um estudo de caso que examina um projeto de criação de uma usina virtual dentro da indústria energética alemã.
<i>Integrating solar photovoltaic energy conversion systems into industrial and commercial electrical energy utilization – A survey</i>	Padmanathan et al. (2018)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Examinar os problemas e desafios técnicos dos componentes associados à geração de energia em usinas fotovoltaicas solares.
<i>Development of a computational tool for measuring organizational competitiveness in the photovoltaic power plants</i>	Rosa et al. (2018)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Propor uma ferramenta computacional que apresenta graficamente o nível de competitividade das unidades de usinas fotovoltaicas com base em indicadores de desempenho.

Quadro 1 – Pesquisa bibliométrica

(conclusão)

Título	Referência	Palavras-chave	Objetivo
<i>Paths and barriers to the diffusion of distributed generation of photovoltaic energy in southern Brazil</i>	Garlet et al. (2019)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Identificar o panorama da geração distribuída de energia fotovoltaica e barreiras que comprometem sua maior difusão na região Sul do Brasil.
<i>Merging Observed and Self-Reported Behaviour in Agent-Based Simulation: A Case Study on Photovoltaic Adoption</i>	Borghesi e Milano (2019)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Desenvolver um modelo capaz de prever com grande precisão a taxa de adoção de energia fotovoltaica e, assim, apoiar o processo de elaboração de políticas de energia.
<i>Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil</i>	Dos Santos Carstens e Da Cunha (2019)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Investigar, sob uma perspectiva sociotécnica, o surgimento da eletricidade solar fotovoltaica no Brasil e identificar desafios e oportunidades de energia fotovoltaica no país.
<i>Industry 4.0 approach aligned with the challenges of grid-connected photovoltaic systems</i>	Silva et al. (2019)	<i>Performance measurement; Photovoltaic energy.</i>	Mostrar os desafios dos sistemas fotovoltaicos e trazer a união de possíveis soluções aplicadas em uma usina fotovoltaica com uma abordagem da Indústria 4.0.
<i>Evaluation of the Success of a Small-Scale Photovoltaic Energy System</i>	Rigo et al. (2019)	<i>Performance measurement; Photovoltaic energy.</i>	Avaliar o percentual de sucesso dos investidores em um projeto de geração de energia fotovoltaica de pequena escala no Brasil.
<i>Motivational drivers for the adoption of green energy</i>	Arroyo e Carrete (2019)	<i>Innovation; Photovoltaic energy.</i>	Propor e testar empiricamente um modelo em que diferentes motivadores são usados para estimular a intenção dos indivíduos de comprar energia verde.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Nas bases pesquisadas, a correlação das palavras-chave propostas em português não obtiveram retorno significativo. Dessa forma, a busca foi realizada a partir da combinação das palavras-chave traduzidas para o inglês. Em determinadas buscas, a correlação entre “*ecosystem of innovation*” e “*photovoltaic energy*” não encontrou resultados, logo também foi pesquisada a combinação de “*innovation*” e “*photovoltaic energy*”.

Torna-se importante destacar que os estudos encontrados possuem relevância para o desenvolvimento dessa Tese, visto que a partir da leitura do título, resumo e palavras-chave dos trabalhos, foi possível perceber a aproximação com a temática proposta por esta pesquisa. Porém, nenhum trabalho foi encontrado nas bases correlacionando as três palavras-chave propostas, “*ecosystem of innovation*”; “*photovoltaic energy*” e “*performance measurement*”, o que mostra a inovação desta Tese de doutoramento.

2.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

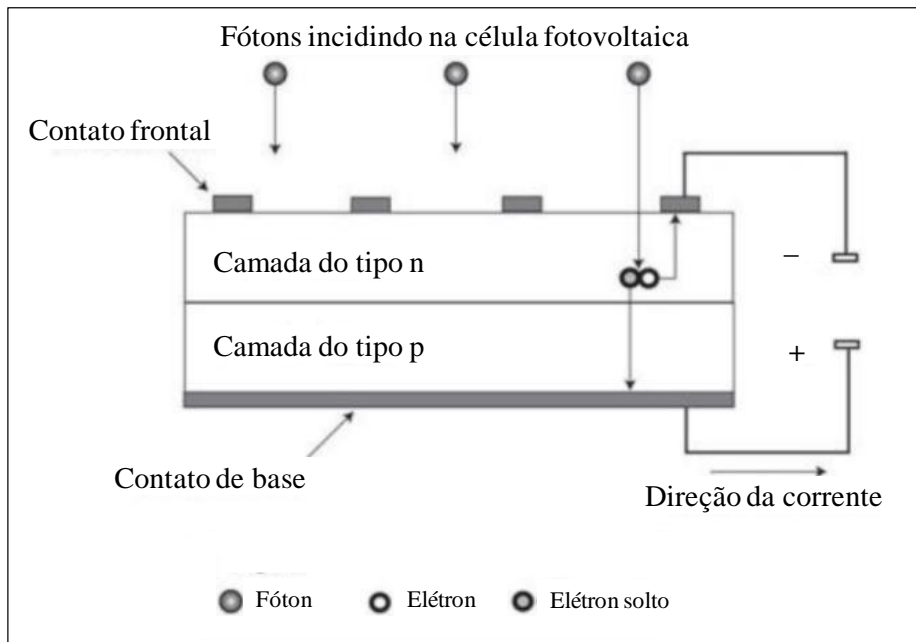
A radiação solar é a principal fonte de energia para o nosso planeta, sendo gerada pelo Sol, que é uma fonte de aproveitamento inesgotável na escala terrestre de tempo, tanto como fonte de calor quanto de luz. Essa radiação é fundamental pois é responsável pelos principais processos de ordem física, química e biológica, bem como responsável direto na disposição da energia primária para todos os processos terrestres (SOUZA; NICÁCIO; MOURA, 2005).

A partir da emissão da radiação solar emitida em materiais semicondutores ocorre a transformação dos efeitos dessa radiação em energia elétrica (BOSO; GABRIEL; GABRIEL FILHO, 2005). O efeito fotovoltaico consiste no aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de um semicondutor, quando esse absorve a luz visível. Tal efeito foi observado por Edmond Becquerel, em 1839, quando percebeu que a ação da luz em um eletrodo de platina recoberto com prata imerso em um eletrólito produzia corrente elétrica (GOETZBERGER; HEBLING; SCHOCK, 2003).

A maioria dos painéis solares utilizados são feitos com células fotovoltaicas a base de silício, por isso, uma parcela da comunidade científica credits a invenção da célula solar aos cientistas Daryl Chapin, Calvin Fuller e Gerald Pearson, os quais produziram pela primeira vez uma célula solar de silício, no laboratório *Bell*, em 1954. Em 1958, com o lançamento do satélite *Vanguard I* ao espaço, foram feitas as primeiras utilizações dos painéis solares a partir de programas espaciais que incorporaram tal tecnologia (GOETZBERGER; HEBLING; SCHOCK, 2003; NELSON, 2003).

A energia solar utilizada para produção de energia elétrica é diretamente convertida por meio dos fótons presentes na radiação solar incidentes sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Tecnicamente, a geração fotovoltaica faz uso de elementos semicondutores fotossensíveis que convertem a radiação solar em uma diferença de potencial nos terminais. Para gerar a conversão da energia é necessária que a estrutura de uma célula fotovoltaica seja composta por duas camadas de silício, a junção “pn”, que representa dois materiais de silício, do tipo “p” e do tipo “n” (SAMPAIO; GONZÁLEZ, 2017). O material tipo p significa que possui demanda por receber elétrons, enquanto que o material n é doador de elétrons. Os principais tipos de materiais tipo “p” são boro, alumínio, gálio e o índio, enquanto que os mais comuns do tipo “n” são fósforo, arsênio e o bismuto. A Figura 2 ilustra a seção transversal uma célula fotovoltaica.

Figura 2 – Seção transversal de uma célula fotovoltaica



Fonte: Adaptada de Vanek, Albright, Angenent (2012).

A junção “pn” é caracterizada como a união do polo positivo do diodo, polo “p”, com o polo negativo do cátodo, o polo “n”. Graças aos dois tipos de materiais presentes, ocorre o desequilíbrio de elétrons que, por sua vez, gera um campo elétrico permanente, facilitando a transferência de elétrons para o circuito externo (VANEK; ALBRIGHT; ANGENENT; 2012).

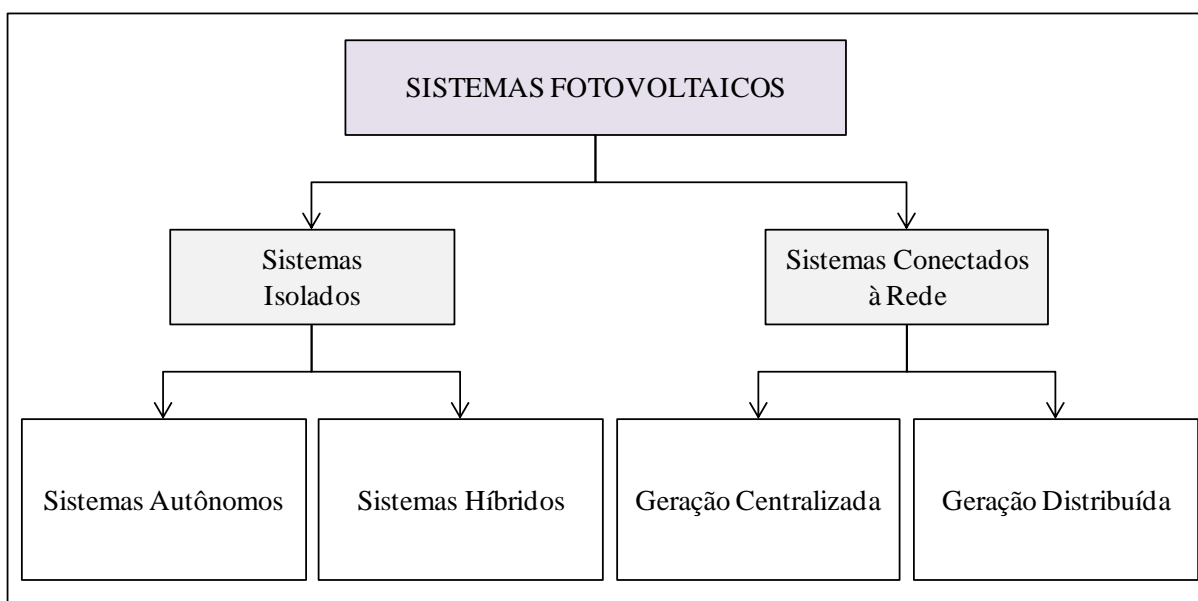
Logo, para uma melhor compreensão das terminologias faz-se necessário introduzir a conceituação utilizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aplicáveis ao uso da energia solar:

- a) célula Fotovoltaica: dispositivo elementar especificamente desenvolvido para realizar a conversão direta de energia solar em energia elétrica;
- b) módulo Fotovoltaico: unidade básica formada por um conjunto de células solares interligadas eletricamente e encapsuladas, com o objetivo de gerar energia elétrica;
- c) painel Fotovoltaico: um ou mais módulos fotovoltaicos interligados eletricamente, montados de modo a formar uma única estrutura (ABNT NBR 10899, 2013).

Um sistema fotovoltaico é constituído por um painel fotovoltaico, que capta a energia fornecida pelo sol, um algoritmo de rastreamento que lê variáveis do painel define o melhor ponto de operação, e, um estágio de potência faz com que o painel opere no ponto de operação calculado (CARVALHO NETO; SALAZAR; LOCK, 2016).

Os sistemas fotovoltaicos são classificados de acordo à forma como é feita a geração ou entrega da energia elétrica em sistemas isolados (*off-grid*) e sistemas conectados à rede (*on-grid*) e suas variações, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Tipos de sistemas fotovoltaicos



Fonte: Elaborada com base em MME (2017).

Um sistema fotovoltaico isolado é aquele que não tem contato com a rede de distribuição de eletricidade das concessionárias e podem ser utilizados para a alimentação de cargas isoladas, são utilizados junto com um banco de baterias recarregáveis que armazena a energia para os horários em que não há radiação solar (EPE, 2012). Este tipo de sistema é composto de painéis fotovoltaicos, controlador de carga, baterias e inversor, e podem ser classificados em híbridos ou autônomos.

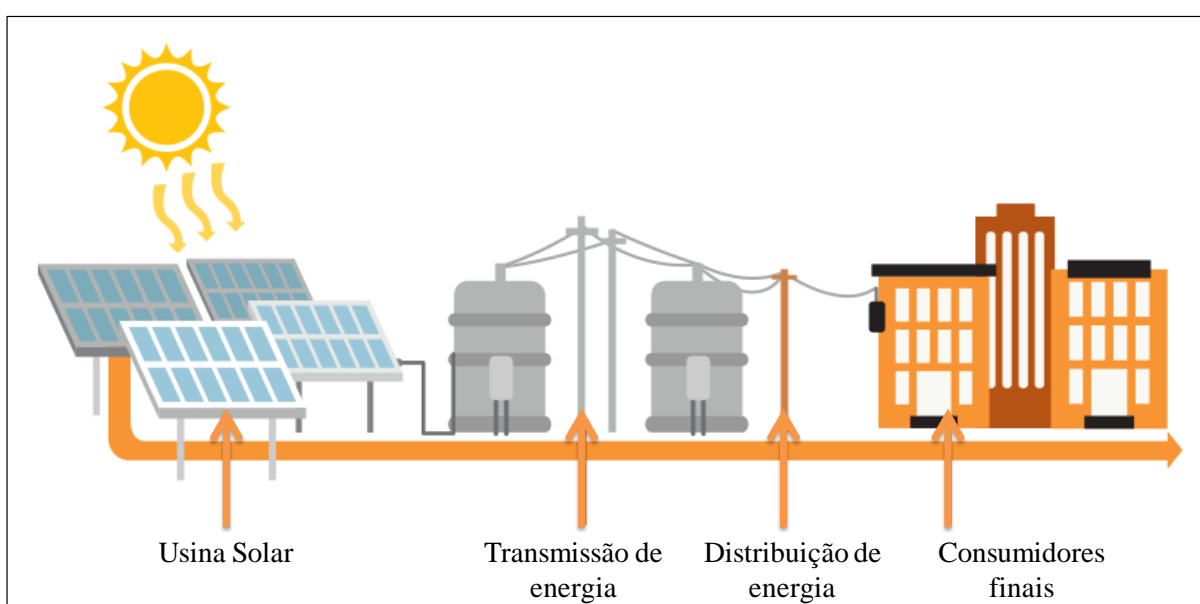
Os sistemas híbridos consistem na associação de sistemas fotovoltaicos com outra fonte geradora de energia: eólica, hídrica ou gerador a diesel. Podem ser um aerogerador (no caso de um sistema híbrido solar-eólico), um motogerador a combustível líquido, ou qualquer outro sistema de geração elétrica. Já um sistema fotovoltaico autônomo é aquele que não possui outra forma de geração de eletricidade. Tais sistemas podem contar ou não com suporte para armazenamento de energia (MME, 2017).

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica (SFCR), também chamados de *on-grid*, são sistemas ligados à rede de distribuição de energia convencional, podendo ser

sistemas de geração centralizada de grande porte (Usinas Fotovoltaicas) ou então, sistemas descentralizados de Geração Distribuída (GD), de pequeno porte (residencial; comercial; industrial; rural; iluminação, serviço ou poder público) (URBANETZ JUNIOR; CASAGRANDE JUNIOR, 2012).

Em suma, o complexo sistema elétrico centralizado abrange três segmentos com tecnologias próprias: geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica de geração centralizada



Fonte: Elaborada com base em MME (2017).

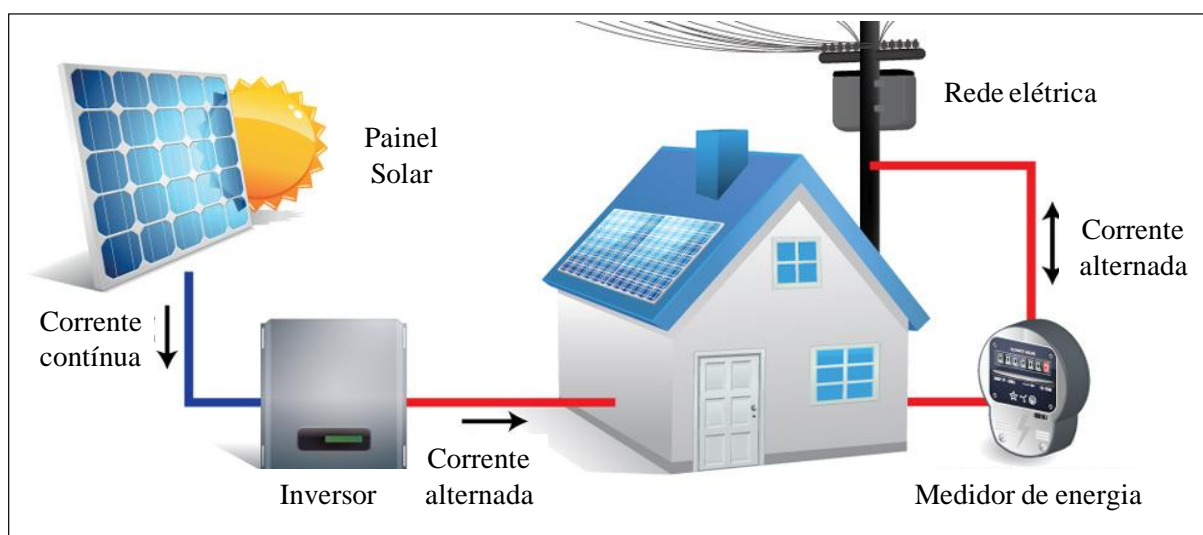
Já a geração distribuída normalmente ocorre a partir de fontes de energia localizadas próximas aos centros de consumo. Os sistemas de pequeno porte fornecem energia para as redes de distribuição, representando uma fonte complementar ao sistema elétrico de grande porte ao qual estão conectados. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) define geração distribuída como:

Centrais geradoras de energia elétrica, de qualquer potência, com instalações conectadas diretamente no sistema elétrico de distribuição ou através de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachadas - ou não - pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). Terminologia usada para um conjunto de tecnologias de geração elétrica eficiente e de porte reduzido, de equipamentos de controle e de armazenamento de eletricidade que aproximam a geração elétrica do consumidor (ANEEL, 2009).

De forma geral, a presença de pequenos geradores próximos às cargas pode proporcionar diversos benefícios para o sistema elétrico, dentre os quais se destacam a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão; o baixo impacto ambiental; a melhoria do nível de tensão da rede no período de carga pesada e a diversificação da matriz energética (ANEEL, 2016; CÂMARA, 2011).

Por outro lado, há algumas desvantagens associadas ao aumento da quantidade de pequenos geradores espalhados na rede de distribuição, tais como: o aumento da complexidade de operação da rede, a dificuldade na cobrança pelo uso do sistema elétrico, a eventual incidência de tributos e a necessidade de alteração dos procedimentos das distribuidoras para operar, controlar e proteger suas redes (ANEEL, 2016). A Figura 5 exemplifica um SFCR de geração distribuída.

Figura 5 – Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica de geração distribuída



Fonte: Elaborada com base em MME (2017) e ANEEL (2016).

O consumidor brasileiro adquiriu a possibilidade de gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade a partir de 2012. Nesse ano, a ANEEL, autarquia em regime especial vinculada ao MME, que por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997, foi criada para regular o setor elétrico brasileiro, também aprovou duas Resoluções Normativas, a nº 482 e a nº 517, que estabelecem as condições gerais para geração distribuída de energia elétrica, além do sistema de compensação de energia elétrica (*net metering*), atualmente em uso em diversos países.

A unidade de geração distribuída capta a energia solar a partir dos painéis fotovoltaicos, transformando-a em energia elétrica em corrente contínua. O inversor fotovoltaico transforma a energia dos painéis solares em energia perfeita para utilização (transformação da corrente contínua em alternada). O sistema fotovoltaico é conectado no quadro de distribuição de energia, permitindo a utilização da eletricidade para consumo.

Nesse momento, o medidor de energia mensura a energia que foi utilizada pela unidade consumidora e também a que foi gerada em excesso pelo sistema fotovoltaico. A energia excedente é cedida à distribuidora local, e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica dessa mesma unidade consumidora, ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade.

O saldo positivo de um mês poderá ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário, ou na fatura do mês subsequente. Os créditos de energia gerados continuam válidos por 60 meses. Há ainda a possibilidade de o consumidor utilizar os créditos em outra unidade, desde que as duas unidades consumidoras estejam na mesma área de concessão e sejam do mesmo titular. O processo promove apenas a troca de kWh entre o consumidor gerador e a distribuidora de energia, não envolvendo a circulação de dinheiro (ANNEEL, 2016). A geração distribuída pode ser classificada como Micro e Minigeração Distribuída (MMD).

Em 2015 a ANEEL (2015) publicou a Resolução Normativa (REN) nº 687/2015 revisando a Resolução Normativa nº 482/2012, na qual é permitido o uso de qualquer fonte renovável, além da cogeração qualificada. Assim, torna-se importante definições formalizadas por tal normativa:

- a) microgeração distribuída: central geradora com potência instalada até 75 quilowatts (kW);
- b) minigeração distribuída aquela com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW (sendo 3 MW para a fonte hídrica);
- c) as unidades de geração distribuída também podem ser divididas quanto às fontes de produção de energia;
- d) empreendimento com múltiplas Unidades Consumidoras (UC): caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em

propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento;

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

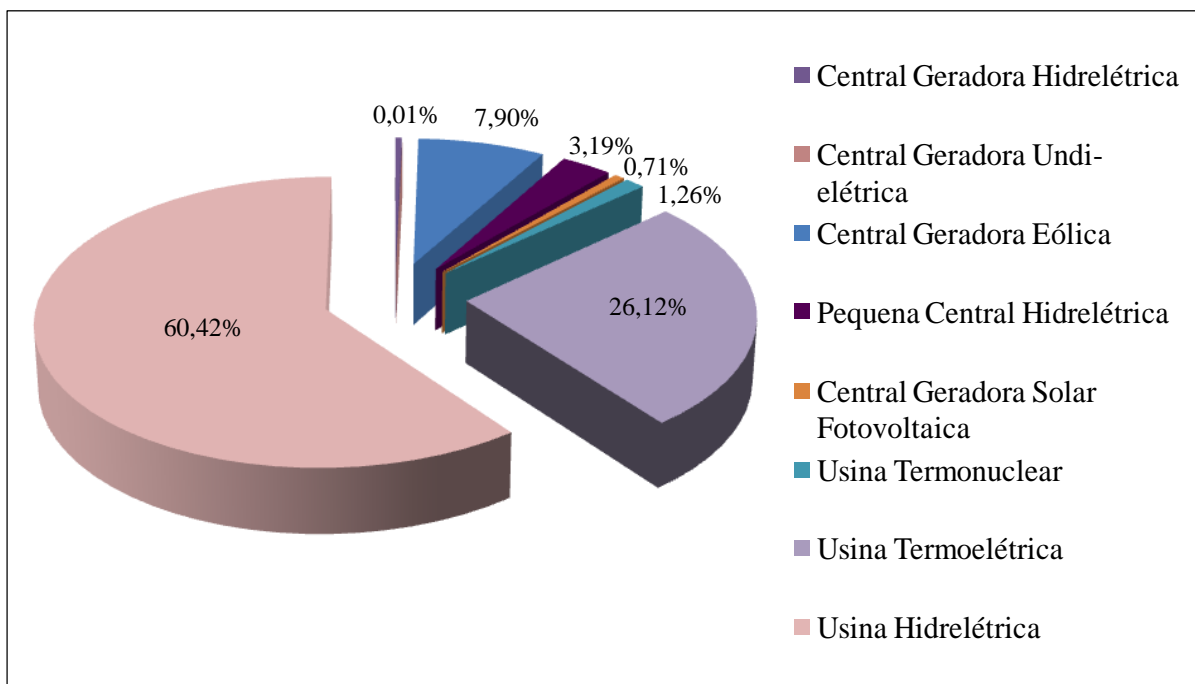
2.1.1 Potencial nacional de energia solar fotovoltaica

Em âmbito mundial a potência total instalada em energia fotovoltaica passou dos 3,5 GW em 2005, para 19 GW em 2009 e, para mais de 100 GW em 2012. Em 2014, o mundo contava com uma potência solar instalada de 180 GW. Já 2016, foi um ano recorde para a energia solar, visto que um total de 76,6 GW foi instalado e conectado à rede. Esse crescimento representa cerca de 50% em relação aos 51,2 GW instalados em 2015, que resulta na terceira maior taxa de crescimento do setor registrada desde 2010. A *International Energy Agency* (IEA), aponta que em 2016, a capacidade global de energia solar excedeu 300 GW (IEA, 2010; MME, 2017).

No que tange o cenário brasileiro, é relevante considerar que, atualmente, o sistema elétrico está praticamente todo conectado por meio do SIN, com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial. Apenas 1,7% do total da demanda de energia elétrica no Brasil é atendida por sistemas isolados (não conectados ao SIN), localizados principalmente na região amazônica. Esse sistema apresenta-se como um sistema essencialmente hidrotérmico de grande porte com forte predominância de usinas hidroelétricas e com múltiplos proprietários, formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte (PEREIRA et al., 2017).

A partir do banco de dados da ANEEL (2018), em março de 2018, a capacidade total de geração de energia elétrica no Brasil atingiu a marca aproximada de 158 GW com participação das diversas fontes de energia conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Matriz elétrica brasileira em março de 2018



Fonte: Elaborada com base em ANEEL (2018).

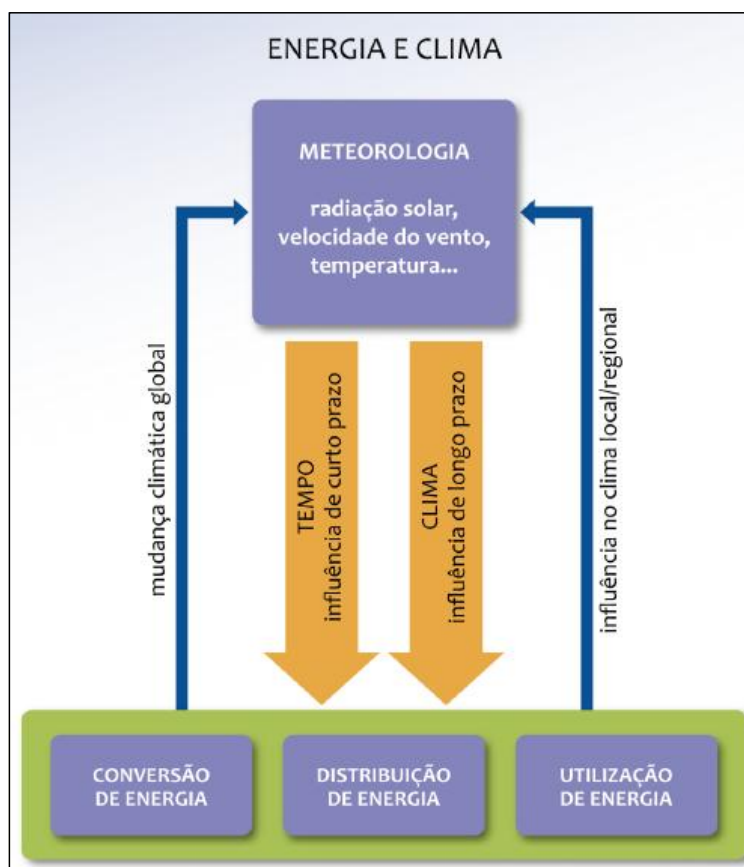
A seguir está descrita a composição da matriz elétrica brasileira, com o respectivo percentual de participação em geração de potência (kW) por cada fonte de energia no período analisado: 0,40% em Central Geradora Hidrelétrica (CGH); 0,01% em Central Geradora Undi-elétrica (CGU); 7,90% em Central Geradora Eólica (EOL); 3,19% em Pequena Central Hidrelétrica (PCH); 0,71% em Central Geradora Solar Fotovoltaica (UFV); 1,26% em Usinas Termonucleares (UTN); 60,42% em Usinas Hidrelétricas (UHE) e 26,12% em Usinas Termoelétricas (UTE).

São 4.921 empreendimentos em operação, totalizando uma capacidade instalada de 158.265.291 kW de potência, com previsão de uma adição de 18.105.630 kW na capacidade de geração do País, proveniente de 220 empreendimentos em construção e mais 380 em empreendimentos com construção não iniciada. Destes, as UFV representam 89 empreendimentos em operação, com capacidade de 1.129.002 kW de potência; 23 empreendimentos em construção com capacidade de geração de 651.220 kW; e ainda 38

empreendimentos planejados para alcance da capacidade de mais 908.291 kW de potência nos próximos anos (ANNEL, 2018).

Enquanto as termoelétricas e as hidroelétricas são consideradas fontes firmes capazes de garantir o atendimento da demanda de carga típica do sistema, fontes renováveis como a eólica e a solar fotovoltaica são consideradas fontes intermitentes de energia devido à variabilidade temporal elevada associada às condições meteorológicas presentes no local da planta. Entretanto, o Brasil possui um enorme potencial quando se trata de geração de energia fotovoltaica. Por isso no Atlas Brasileiro de Energia Solar, (PEREIRA et al. 2017) afirma que a esperada integração em grande escala da energia solar com as estruturas existentes de abastecimento de energia reguladas por autoridades nacionais, aumenta significativamente a importância da informação meteorológica e climática em razão de seu forte impacto no planejamento e operação dos sistemas de geração e distribuição de energia, como mostra a Figura 7.

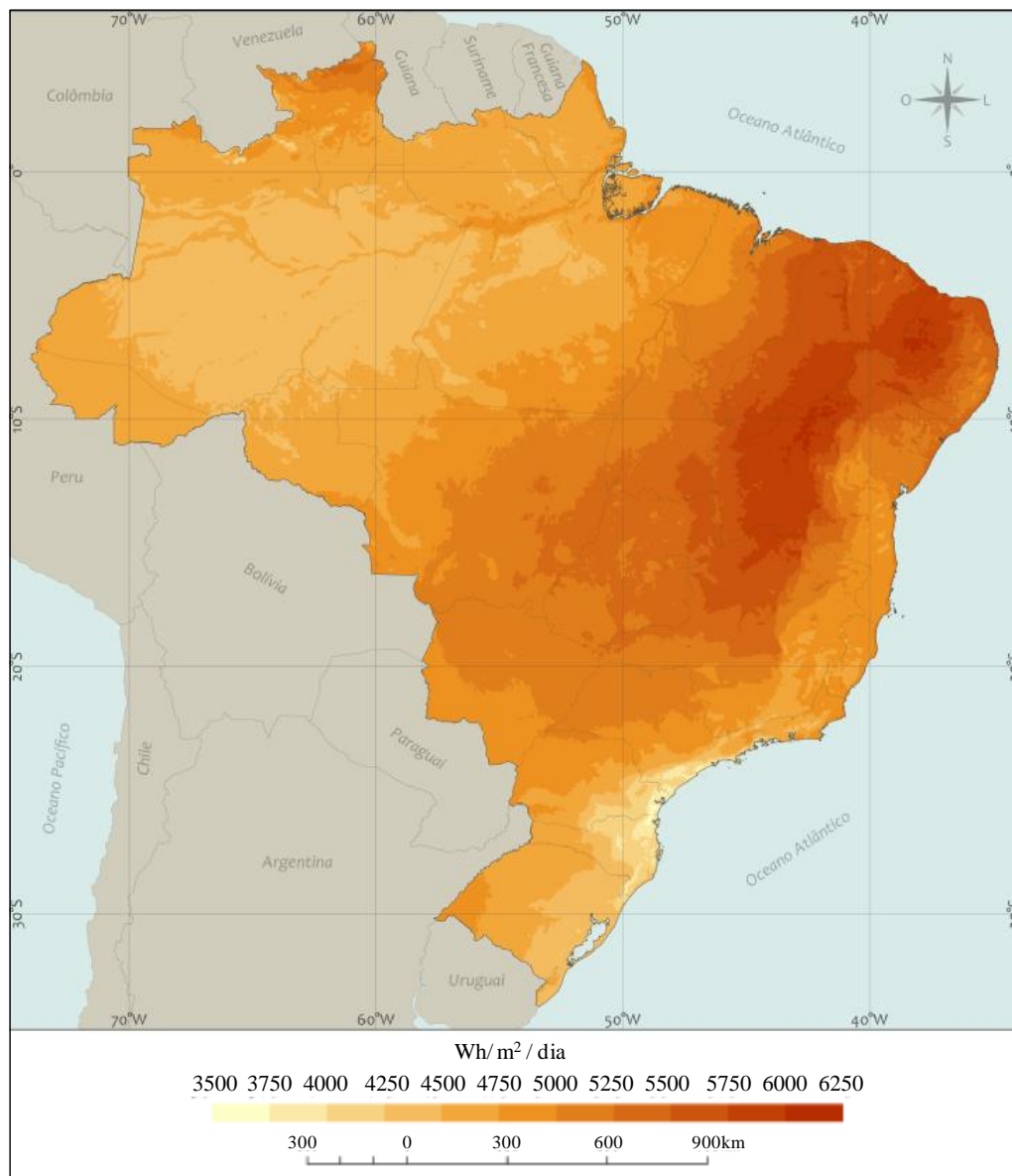
Figura 7 – Influência do clima sobre a produção de energia, sua distribuição e uso



Fonte: PEREIRA et al. (2017).

Logo, destaca-se que as principais pesquisas de avaliação do potencial da energia solar no Brasil podem ser encontradas no Atlas de Irradiação Solar no Brasil (COLLE; PEREIRA, 1998), Atlas Solarimétrico do Brasil (TIBA, 2000) e Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA et al., 2017), estimam que o Brasil possua um alto valor mínimo e máximo de radiação solar incidente abrangendo valores entre 4.200 Wh/m^2 e 6.300 Wh/m^2 , como mostra a Figura 8.

Figura 8 – Média anual da irradiação global horizontal diária no território brasileiro



Fonte: PEREIRA et al. (2017).

A região Nordeste apresenta os maiores valores de irradiação solar global no Brasil, com a maior média e a menor variabilidade anual entre as regiões geográficas. Os valores máximos de irradiação solar no País são observados na região central do Estado da Bahia (6.500 Wh/m²/dia), incluindo parcialmente o noroeste de Minas Gerais. Há, durante todo o ano, condições climáticas que conferem um regime estável de baixa nebulosidade e alta incidência de irradiação solar para essa região semiárida. A região Sul é a que mostra os menores valores de irradiação global média no Brasil, notadamente na costa norte do Estado de Santa Catarina (4.250 Wh/m²/dia), litoral do Paraná e litoral sul de São Paulo. Além disso, apresenta também a maior variabilidade média anual. As características de clima temperado e a influência de massas de ar polares contribuem para o aumento da nebulosidade nessa região, principalmente durante os meses de inverno. De uma forma geral, a irradiação global é relativamente bem distribuída pelas regiões brasileiras. Mas, analisando todo o litoral leste, do Rio Grande do Sul ao recôncavo baiano, encontra-se a área mais densamente povoada e com o menor índice de irradiação verificado no País.

Em comparativo, a IEA (2010) destaca que a concentração de irradiação média diária na Alemanha, um dos países líderes no uso da energia fotovoltaica, chega ao valor máximo de 3.400 Wh/m², podendo-se afirmar que a irradiação solar dos melhores parques alemães chega a ser inferior à dos piores locais de irradiação no Brasil. Tal situação mostra que o Brasil pode melhorar quanto ao aproveitamento de suas favoráveis condições de insolação, vislumbrando o aumento da competitividade entre os países líderes no que tange a geração de energia solar fotovoltaica. É relevante ressaltar que além dos elevados níveis de insolação, o Brasil possui uma série de características naturais favoráveis, tais como, localização em baixas latitudes e grandes reservas de quartzo de qualidade que podem gerar importante vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza (EPE, 2012). Logo, como o consumo brasileiro de energia elétrica aumentou, em média, 3,0% ao ano (EPE, 2015), e as perspectivas são crescentes, o cenário brasileiro em geração de energia fotovoltaica possui grande possibilidade de se tornar mais competitivo.

2.1.1.1 Potencial nacional de energia solar fotovoltaica em geração centralizada

Os projetos de geração centralizada são, em geral, aqueles contratados por meio de leilões de energia e conforme a EPE (2014), o MME incluiu, em 2013, a fonte solar nos leilões de energia A-3/2013 e A-5/2013, abrindo a possibilidade de competir igualmente com outras fontes, como eólica e térmica, na modalidade “por disponibilidade”. Embora tais

leilões tenham despertado grande interesse de agentes em participar, nenhum projeto fotovoltaico foi vendido, pois apresentavam custos superiores aos das demais fontes.

Em 2014 houve a primeira contratação de energia solar de geração pública centralizada. O governo federal realizou o 6º Leilão de Energia de Reserva – LER 2014 (Leilão nº 008/2014) com produto específico para a fonte solar. Foram cadastrados 400 projetos no leilão, com uma potência de 10.790 MW. Desses, foram contratados 31 empreendimentos com capacidade de 889,66 MW de potência e 202,3 MW médios de garantia física. O preço médio de contratação foi de R\$ 215,12/MWh, representando um deságio de 17,9% frente ao preço máximo fixado, de R\$ 262,00/MWh (MME, 2017; NASCIMENTO, 2017).

Em 2015, mais dois leilões foram realizados, para início de suprimento em 2017 e 2018. Os leilões foram realizados na modalidade de “energia de reserva”, e com o objetivo de promover o uso e o desenvolvimento da indústria solar no Brasil. Em agosto de 2015, do 7º Leilão de Energia de Reserva (Leilão nº 008/2015), resultou a contratação de 231,5 MW médios, agregando 833,8 MW de capacidade instalada ao SIN. O preço médio para o certame foi de R\$ 301,79/MWh, representando um deságio de 15,6% em relação ao preço máximo fixado (R\$ 349,00/MWh). Em novembro de 2015, realizou-se o 8º Leilão de Energia de Reserva (Leilão nº 009/2015), resultando na contratação de 33 empreendimentos de fonte solar, com capacidade de 929,34 MW de capacidade e 262 MW médio de garantia física. O preço médio de contratação foi de R\$ 297,74/MWh, um deságio de 21,8% em relação ao preço máximo fixado, de R\$ 349,00/MWh (MME, 2017; NASCIMENTO, 2017).

2.1.1.2 Potencial nacional de energia solar fotovoltaica em microgeração e minigeração distribuída

A ANEEL disponibiliza o banco de dados com uma variedade de informações sobre instalações de MMD no Brasil, permitindo uma compilação dos resultados que retrata o cenário deste segmento do setor de energia solar fotovoltaica. O Quadro 2 apresenta o registro das UC com geração distribuída por tipo de geração.

Quadro 2 – Unidades Consumidoras com geração distribuída por tipo de geração, em março de 2018

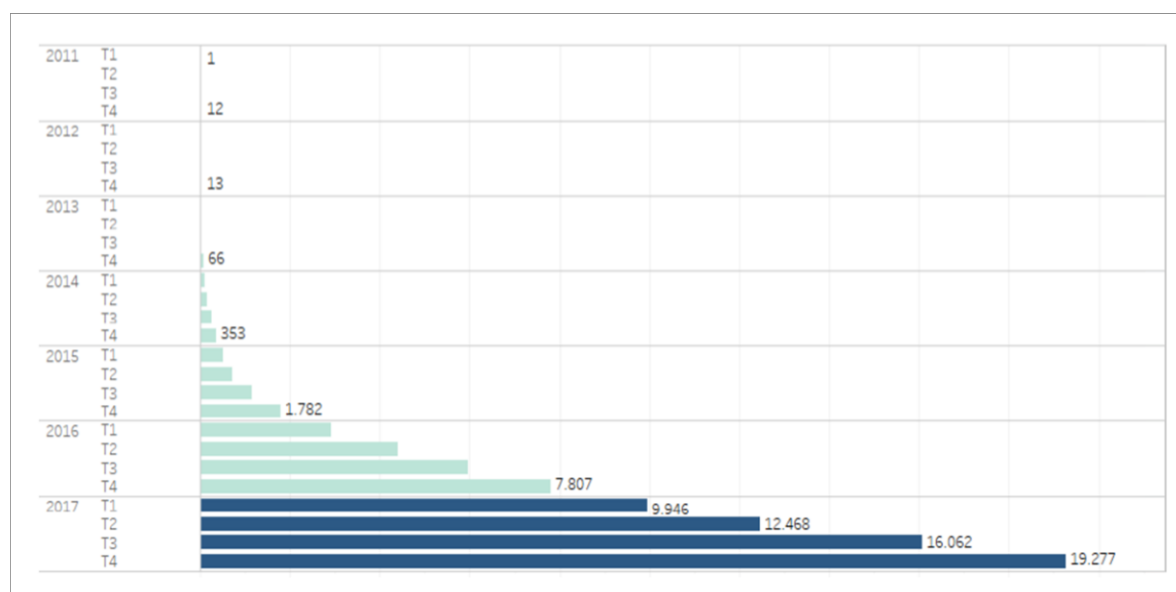
Tipo	Quantidade	Quantidade de UC que recebem os créditos	Potência instalada (kW)	Potência instalada (%)
CGH	44	6.744	43.075,90	14,26
EOL	54	97	10.305,60	3,41
UFV	24.696	29.381	223.983,80	74,19
UTE	86	228	24.530,62	8,13

Fonte: Elaborado com base em ANEEL (2018a).

A potência total instalada é igual a 301.895,92 kW. A partir desses dados, torna-se possível verificar a representatividade da fonte fotovoltaica, que alcança um percentual de 74,19% da potência em geração distribuída.

A Figura 9 apresenta a evolução do número total de unidades consumidoras com geração distribuída fotovoltaica por trimestre (T1 a T4), no período de 2011 a 2017.

Figura 9 – Unidades consumidoras com geração distribuída fotovoltaica (2011-2017)



Fonte: Elaborada com base em ANEEL (2018a).

Percebe-se um aumento expressivo durante o período analisado. Esse cenário não foi diferente no primeiro trimestre de 2018, visto que no mês de março, o Brasil já apresentava um acréscimo ainda maior no número de instalações, totalizando 24.696 instalações que representam a potência total instalada de 223.983,80 kW.

O Quadro 3 apresenta dados sobre as Unidades Consumidoras com geração distribuída por classe de consumo.

Quadro 3 – Unidades Consumidoras com geração distribuída por classe de consumo, em março de 2018

Classe de consumo	Quantidade	Quantidade de UC que recebem os créditos	Potência instalada (kW)	Potência instalada UFV (kW)	Potência instalada UFV (%)
Comercial	3.990	13.106	140.351,62	97.148,14	43,36
Iluminação pública	8	8	84,90	84,90	0,04
Industrial	599	706	38.518,36	17.724,68	7,91
Poder público	225	273	9.065,85	8.877,35	3,96
Residencial	19.192	21.106	86.924,44	86.924,44	38,79
Rural	826	1.209	25.719,68	12.080,02	5,39
Serviço público	40	42	1.231,07	1.231,07	0,55

Fonte: Elaborado com base em ANEEL (2018b).

No início de 2016, os sistemas residenciais de geração distribuída eram predominantes no mercado, cenário que vem se modificando desde então, visto que em março de 2017, os sistemas comerciais atingem a marca de 140.351,62 kW da potência total conectada à rede. No panorama de UFV a modalidade comercial atinge a marca de 43,36%. Logo, os sistemas residenciais ocupam a segunda posição na geração fotovoltaica (38,79%). Essa classe de consumo conta com 100% de participação de UFV. Os dados também permitem uma análise sobre as UC com geração distribuída por modalidade, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 – Unidades consumidoras com geração distribuída por modalidade, em março de 2018

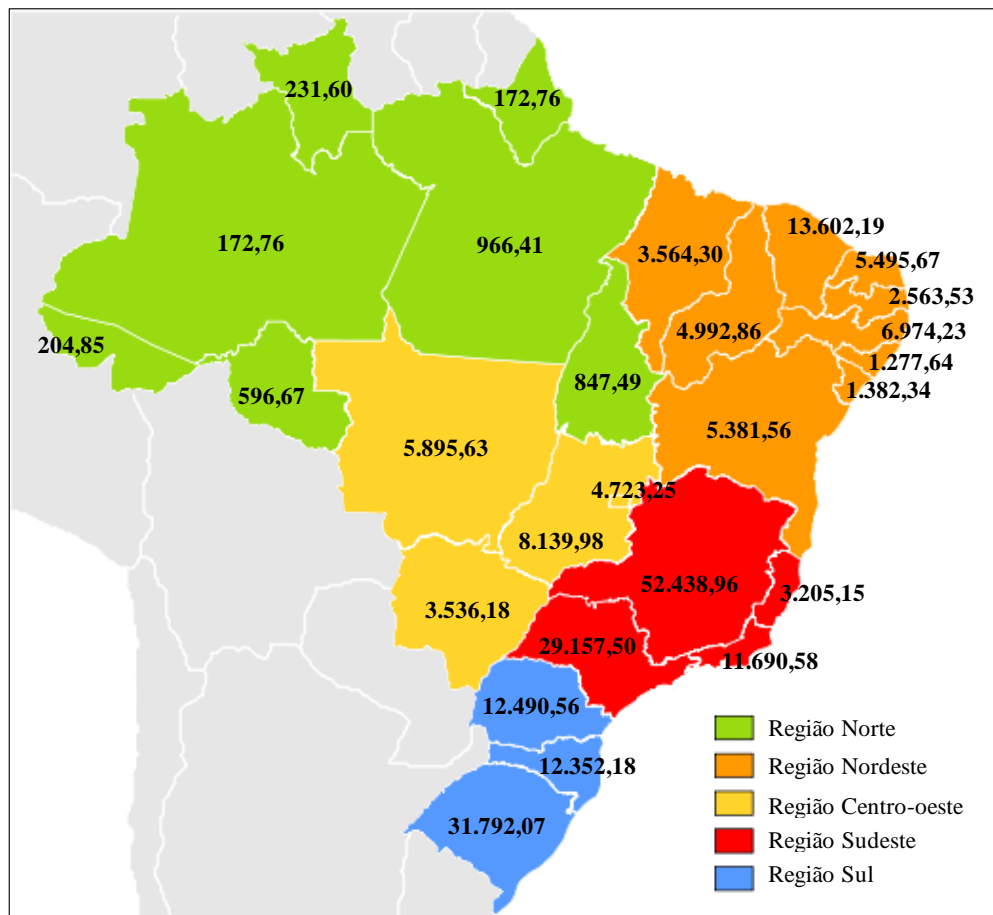
Modalidade	Quantidade	Quantidade de UC que recebem os créditos	Potência instalada (kW)	Potência instalada UFV (kW)	Potência instalada UFV (%)
Autoconsumo remoto	2.042	12.973	82.423,50	34.210,78	15,27
Geração compartilhada	160	795	17.809,17	6.005,17	2,68
Geração na própria UC	22.677	22.677	201.658,25	183.750,80	82,04
Múltiplas UC	1	5	5,00	5,00	0,01

Fonte: Elaborado com base em ANEEL (2018c).

Nota-se que o modelo de geração na própria UC possui maior representatividade, em termos de potência instalada (201.658,25 kW) em geração distribuída. A UFV, contribui para esse resultado, visto que 82,04% da sua potência instalada é proveniente dessa modalidade. Já o modelo de autoconsumo remoto, que ocupa a segunda colocação alcançando um número consideravelmente menor (82.423,50 kW), mostrando a predominância da geração na própria UC. Na UFV, apenas 15,27% enquadram-se nessa modalidade. O modelo de geração compartilhada é pouco representativo (17.809,17 kW), fato que pode ser explicado pela maior complexidade de desenvolver os sistemas dessa modalidade e as incertezas regulatórias, tributárias e jurídicas. A modalidade de Múltiplas UC possui um resultado ainda menos expressivo (5,00 kW), e esse número advém em totalidade da UFV.

Dados relacionados à potência total instalada de geração distribuída fotovoltaica por Unidade Federativa (UF) são apresentados na Figura 10.

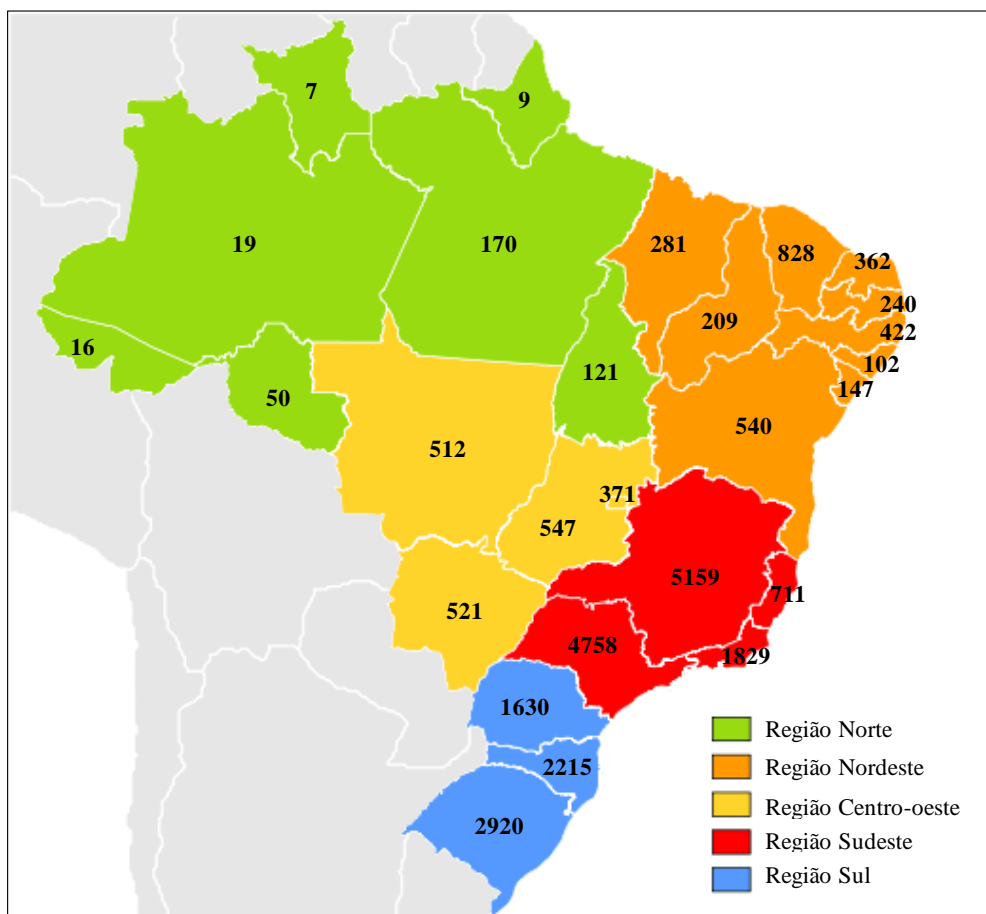
Figura 10 – Potência total instalada (kW) em geração distribuída fotovoltaica por Unidade Federativa em março de 2018



Fonte: Elaborada com base em ANEEL (2018d).

Minas Gerais é o Estado com maior potência conectada à rede (52.438,96 kW) e é conhecido como “Estado do Sol” por ter sido o primeiro a isentar a cobrança de Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) na microgeração e minigeração distribuída e por possuir as tarifas energéticas mais caras do País, além de baixos níveis dos reservatórios das hidrelétricas. Além disso, é possível afirmar que é caracterizado por muitas instalações residenciais. O Rio Grande do Sul é compreende a segunda maior geração (31.792,07 kW) e o Estado de São Paulo ocupa a terceira colocação quanto à potência conectada à rede (29.157,50 kW). Ao confrontar os dados referentes à potência instalada e com registro do número de habitantes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) torna-se possível verificar que Minas Gerais apresenta um resultado de 2,67 Watts/*per capita*, o Rio Grande do Sul, 2,97 watts/*per capita* e o Estado de São Paulo, 0,71 Watts/*per capita* (ANEEL, 2018d; IBGE, 2018). Outra análise é feita no que tange o número de instalações por UF, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Número de instalações de geração distribuída fotovoltaica por Unidade Federativa em março de 2018



Fonte: Elaborada com base em ANEEL (2018d).

Quanto ao número de instalações, as UF com maior potência instalada em UFV permaneceram no *raking*, porém, em alternadas colocações. Minas Gerais é o Estado com maior número de sistemas conectados à rede, com 5.159 conexões, já em segundo lugar encontra-se o Estado de São Paulo, com 4.758 conexões. O Rio Grande do Sul ocupa a terceira posição, com 2.920 conexões. No ano de 2016, 1.168 municípios brasileiros possuíam pelo menos um sistema fotovoltaico conectado à rede, representando um percentual de 20,97%, já em 2017, esse número foi elevado para 1.948 municípios, que totalizaram 34,97%.

2.2 ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO

O termo ecossistema foi desenvolvido ao longo dos anos e na literatura encontra-se associado a fatores ambientais, aglomeração, inovação, gestão e relacionamento entre parceiros. O termo ecossistema surgiu a partir do campo da biologia pelo fato de demonstrar ligação e interdependência entre os elementos do sistema. Alguns autores referenciam o ecossistema como um estudo ecológico que analisa a relação de um organismo com seu ambiente e pode ser expandida para ver a relação interconectada entre indivíduos dentro de seu ambiente (MOORE, 1996; ADNER, 1996).

A partir desse conceitos, Marshal (1961) apresentou a teoria de distrito industrial, valorizando aspectos como a localização e especialização organizacional, enfocando também aspectos comerciais, sociais e culturais. Na década de 90 foi inserida por Porter (1998) a teoria sobre *clusters*. Essa remete a concentrações geográficas de empresas e instituições interligadas e cooperantes em uma determinada área. O autor também apresenta o enfoque de que essa estruturação pode resultar em importantes vantagens competitivas, contextualizando a importância da localização das organizações pertencentes a um mesmo setor (PORTER, 2009).

Após esse período foi estabelecido na literatura o Sistema Nacional de Inovação (SNI), e sua abordagem teórica teve seguimento com a definição de ecossistema de negócios, com foco na gestão organizacional, e na sequência com o conceito de ecossistema de inovação e ecossistema empreendedor (MOORE, 1993; ADNER, 2006; 2010; JACKSON, 2011; THOMAS; WALBURN, 2014). Um ecossistema de inovação possui como característica ser complexo, dinâmico, sistêmico e envolver um conjunto de atores. O ecossistema empreendedor já é considerado inovador, onde os atores-chave são interligados por um objetivo comum, ao mesmo tempo em que colaboram e competem. Estes atores são dependentes entre si e para melhorar seu desempenho e inovar torna-se necessário unir os

esforços individuais de cada um dos participantes do ecossistema, caso contrário o ecossistema se tornará fraco e obsoleto (MOORE, 1993; ADNER, 2006; 2010; RABELO; BERNUS, 2015).

Para Moore (1996) esse ecossistema passa por quatro etapas de maturidade, como:

- a) nascimento: fase inicial da organização, as tarefas e ações são mais centralizadas, diferentes desafios, principalmente no estabelecimento estrutural do ecossistema;
- b) expansão: busca a expansão do ecossistema por meio de novos atores e negócios;
- c) liderança: nesta fase já há um estabelecimento do ecossistema, produção ao mercado, competição e conflitos entre atores;
- d) renovação ou morte: após seu estabelecimento o ecossistema tende a ficar estagnado e perder seus atores e demais investimentos, sendo assim, a renovação a partir da inovação e gestão da inovação torna-se primordial.

Um ecossistema de inovação é considerado desenvolvido e saudável quando reúne atores que contribuem para o ecossistema sistematicamente, interagindo quanto a aspectos tangíveis e intangíveis, onde os recursos investidos em gestão do conhecimento deverão ser retornáveis em forma de lucro induzido pela inovação. O grande desafio se traduz em transformar o investimento de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em produtos e serviços que gerem valor para o ecossistema (JACKSON, 2011; THOMAS; WALBURN, 2014).

Nesse sentido, em estudos de inovação, torna-se importante compreender cada um dos atores, bem como o papel do ambiente na criação e apoio (ou desencorajamento) da inovação. Este conceito está alinhado com a inovação aberta adotada por Chesbrough, Kim e Agogino (2014), que examinam não apenas o ator principal que desempenha a inovação, mas também os outros intervenientes-chave envolvidos no apoio à inovação. As indústrias que introduzem mais inovações no mercado são aquelas que utilizam um número maior de estratégias de inovação aberta (DAWSON; DENFORD; DESOUZA, 2016, DOLOREUX; LORD-TARTE, 2013).

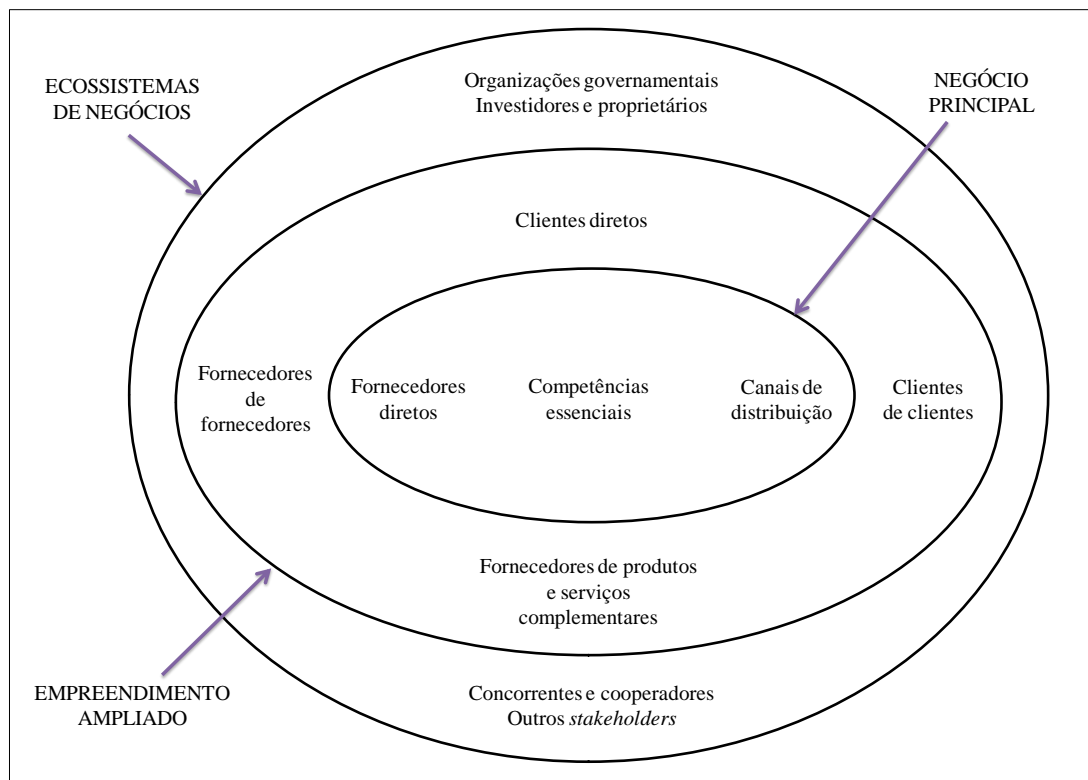
Por isso, desenvolver estratégias e modelos para o ecossistema de inovação tornou-se cada vez mais necessário no atual mercado, instável, complexo e competitivo. As organizações estão mudando sua estratégia, seu foco, e sua capacidade de centralização do processo de inovação único, para esforços relacionados ao ecossistema de inovação, a fim de explorar oportunidades de inovação aberta (MOORE, 1996; 2006; ADNER; KAPOOR, 2010; CHESBROUGH; KIM; AGOGINO, 2014).

Modelos hierárquicos tradicionais conhecidos pela sua eficiência são inadequados em mudanças tecnológicas e de mercado dinâmico, onde a necessidade de inovar é uma

constante. Os estudiosos reconhecem a necessidade de uma forma organizacional mais articulada que permita uma rápida adaptação aos mercados e uma alta colaboração interorganizacional. Repensar maneiras de inovar e empreender por meio de atores interligados como, clientes, concorrentes, parceiros e fornecedores é a lógica apresentada pelos ecossistemas de inovação. São necessárias novas capacidades colaborativas para estimular, capturar e explorar as oportunidades de inovação nos ecossistemas. No novo espaço ecossistêmico de colaboração, empreendedorismo e inovação, o conceito de valor está sendo reinventado, na busca de novos conhecimentos e resultados de uma interação contínua e altamente gerenciável por diferentes atores (MOORE, 1996; 2006; ADNER; KAPOOR, 2010; HELLSTRÖM et al., 2015).

O ecossistema de inovação pode ser associado à abordagem de redes de organizações e de ecossistema empresarial, conforme revela a Figura 12.

Figura 12 – Modelo de ecossistema de negócios



Fonte: Adaptada de LETAIFA (2014).

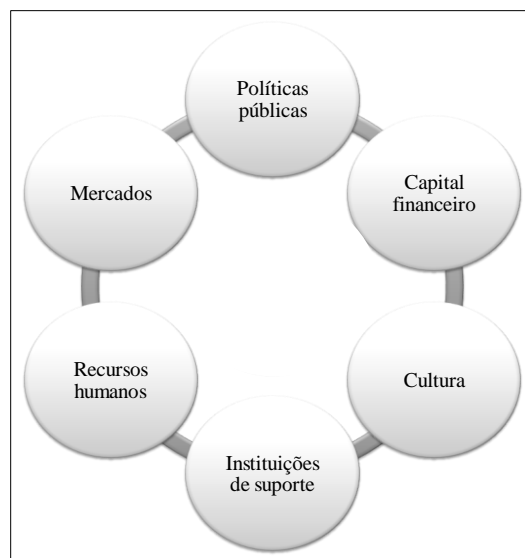
A Figura 12 revela três níveis de interação e geração de valor para todas as empresas: negócio principal, empreendimento ampliado e ecossistema de negócios. Trata-se da

representação de uma comunidade econômica apoiada por uma fundação de organizações interativas e individuais. As organizações membros de um ecossistema empresarial evoluem com o tempo, apresentam maior desenvolvimento em relação às suas capacidades e funções e tendem a alinhar-se com as direções definidas por uma ou mais empresas centrais (CHESBROUGH; KIM; AGOGINO, 2014; LETAIFA, 2014).

No ecossistema, os atores participam do processo de desenvolvimento e co-criação a partir da inovação onde no primeiro nível, encontram-se os fornecedores diretos. No segundo nível apresentam-se os fornecedores dos fornecedores, os clientes diretos e seus respectivos clientes, organismos de normalização e fornecedores de produtos e serviços. Já no terceiro nível, o ecossistema envolve atores como, indivíduos, universidades, associações, sindicatos, governos, concorrentes, investidores, entre outros (LETAIFA, 2014). Para mensurar o nível de maturidade e inovação dos atores do ecossistema de inovação é necessário efetuar o diagnóstico organizacional e a medição de desempenho verificando assim, os pontos fortes e fracos, fortalecendo dessa maneira todo ecossistema.

O ecossistema promove o desenvolvimento regional, econômico local e empresarial, fortalecendo empreendedorismo na região (JACKSON, 2011). Para iniciar o processo de inovação o ecossistema deverá possuir uma cultura favorável, promover políticas e fortalecer a liderança entre os atores, e nesse sentido, Isenberg (2011) apresenta a formação do ecossistema empreendedor e inovador a partir de seis domínios: política, finanças, cultura, apoio, capital humano e mercados, conforme a Figura 13.

Figura 13 – Domínios do ecossistema empreendedor e inovador



Segundo Thomas e Walburn (2014) e Cassol et al. (2016), os principais tópicos que dão suporte ao papel e valor das interações e das relações no ecossistema de inovação são: capital estrutural, capital humano e o capital de relacionamento, que compõem o conceito de Capital Intelectual. O capital estrutural está ligado às interações e relações qualitativas que afetam as inovações como, a comunicação, a organização, a infraestrutura, os sistemas e a propriedade intelectual. Em relação ao capital humano as interações referem-se às competências, às experiências e ao conhecimento. Já o capital de relacionamento, remete às interações isoladas e compreendidas, ao acesso ao recurso externo como a busca de novos conhecimentos, apoio financeiro, novos processos e as diferentes ações de *marketing* (ADAMS; OLESAK, 2010; IENCIEU; MATIS, 2011).

O capital intelectual tem sido cada vez mais discutido dentro do âmbito empresarial, pois está sendo visualizado como fonte de vantagem competitiva, ao ponto que se torna um recurso único e inimitável (KRISTANDL; BONTIS, 2007; IENCIEU; MATIS, 2011). Para Cassol et al. (2016) o capital intelectual é percebido como um recurso estratégico capaz de ser propulsor da inovação, podendo ser importante influenciador da capacidade de inovar nas organizações.

2.3 COMPETITIVIDADE

O monitoramento da competitividade se torna determinante para o avanço dos diferentes setores do mercado (BRUM, 2018). Chen (2013) define competitividade como a capacidade e o desempenho de uma empresa, setor ou país para vender ou fornecer bens ou serviços num determinado mercado. Além disso, a competitividade pode ser definida como a aplicação de estratégia para alcançar a produtividade e o desenvolvimento socioeconômico geral. Já Porter (2009) relaciona à busca por estratégias que proporcionam algum tipo de vantagem sobre a concorrência. Outros conceitos também são encontrados e direcionam a competitividade a diversos fatores, conforme Siluk (2007) competitividade consiste em identificar a situação da empresa no espaço de tempo a ser avaliado e no que se refere ao desempenho recente quanto à postura estratégica, à gestão corporativa, à cultura da organização, ao marketing, às finanças, à pesquisa e desenvolvimento, às operações e logística, recursos humanos, sistemas de informação, fatores internos gerais, oportunidades e ameaças, avaliação e controle.

Para Porter (2009), a estratégia competitiva refere-se ao modo como a empresa posiciona-se para competir no mercado em relação às respostas dos concorrentes, às

estratégias e relações externas, visando obter uma vantagem competitiva sustentável. Uma estratégia competitiva só trará resultados positivos e duradouros se o processo for bem planejado, sendo desenvolvida entre todos os setores organizacionais, da produção até o varejo (MILES; SNOW, 1994; PORTER, 2009; MARQUES, 2013).

A competição é uma das forças mais poderosas utilizadas pela sociedade para melhorar as áreas do empreendimento humano. No setor industrial as vantagens oriundas da busca da competitividade são os principais fatores da dinamização e versatilidade do sistema produtivo, ela é conquistada pelo conjunto da tecnologia, qualidade e produtividade (PORTER, 2009).

Sob essa lógica, a fim de garantir a sobrevivência das empresas no mercado, é fundamental que as atividades desempenhadas criem valor não apenas dentro das fronteiras da organização, mas também visando o ambiente estrutural e sistêmico a qual se está inserido, uma vez que a competitividade ultrapassa os processos internos e manifesta-se também no ambiente externo (COUTINHO; FERRAZ, 1994; CERTO; PETER, 2005; DI SERIO; VASCONCELLOS, 2017).

Segundo Porter (2009), a competitividade empresarial pode ser entendida como um vetor resultante da ação de cinco forças distintas, cada qual podendo ser intensa ou benéfica para o setor avaliado, onde a plena identificação dessas auxiliará na formulação de estratégias vencedoras. Neste modelo, o plano central é a rivalidade entre os atuais concorrentes, os quais estão todos sujeitos às pressões das outras quatro forças: ameaça dos novos entrantes, poder de negociação dos fornecedores, ameaça de produtos ou serviços substitutos e, poder de negociação dos clientes. A ameaça de novos entrantes é latente quando o acesso às tecnologias e aos meios de produção é facilitado, o que condiciona poucas barreiras à entrada de novos competidores no setor. Em relação ao poder de negociação dos fornecedores, esses serão poderosos quando estiverem mais concentrados do que a indústria compradora ou quando não dependem excessivamente destas. Por outro lado, os clientes possuirão força quando os produtos do setor forem padronizados ou pouco diferenciados, de modo que o custo de substituição por outros fornecedores não seja um impeditivo.

A rivalidade entre os concorrentes, no entanto, geralmente é a manifestação mais notória da competitividade. A intensidade desta tende a acirrar-se quando houver um excesso de empresas relativamente equivalentes em termos de tamanho e poder, os produtos ou serviços forem poucos diferenciados, e a escala for um fator determinante para a eficiência produtiva (PORTER, 2009). Na presença desses fatores, a lucratividade do setor tende a ser

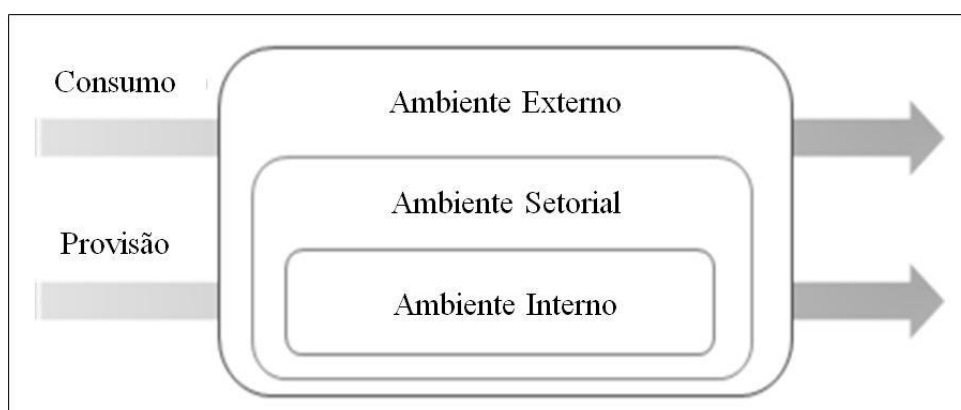
comprometida, uma vez que inevitavelmente a estratégia será direcionada para preços (HILL; JONES, 2012).

Para Di Serio e Vasconcellos (2017), a competitividade e a produtividade são conceitos intimamente relacionados, e conseqüentemente, a capacidade das empresas executarem seus processos de maneira eficiente é fundamental para a criação de valor, elevação da margem de lucro e obtenção de vantagem competitiva perante a concorrência (FERRAZ; KUPFER; HAGUENAUER, 1996). Assim, o aumento na eficiência de uma unidade produtiva pode se dar por meio de práticas gerenciais, as quais se enquadram em duas óticas: produzir mais com os recursos disponíveis; ou produzir no mesmo nível utilizando menos recursos (FARREL, 2003).

Apesar da importância que a produtividade tem para o contexto da competitividade, esse é um atributo interno à organização, enquanto a competitividade manifesta-se também externamente, através de fatores com diferentes níveis de controle (CERTO; PETER, 2005). A partir desse ponto de vista, surge a necessidade da realização de uma análise externa em que as organizações estão inseridas (PORTER, 2009^a; FLEISHER; BENSOUSSAN, 2015).

Dessa forma, é possível correlacionar esses pontos de vista relacionados às atividades realizadas tanto dentro da organização, quanto fora, em uma matriz de análise. Tal matriz contempla os principais fatores que influenciam o desenvolvimento da competitividade em relação ao ambiente externo à organização (sistêmico), ambiente setorial (estrutural) e ambiente interno (empresarial), conforme mostra a Figura 14.

Figura 14 – Matriz de análise da competitividade



Fonte: Elaborada com base em Womack e Jones (2006), Porter (2009) e Coutinho e Ferraz (2002).

Os fatores empresariais, considerados internos a organização são os únicos cujo domínio encontra-se exclusivamente em poder das empresas, pois os processos de estratégia,

gestão, inovação, produção, e captação de recursos humanos são rotinas que devem ser desempenhadas com máxima eficácia e eficiência, evitando-se a subutilização de recursos, desperdícios, defasagem tecnológica, e baixa qualificação do capital humano, para assim defender uma posição competitiva e influenciar ascendentemente na estrutura do mercado (COUTINHO; FERRAZ, 1994; 2002; CERTO; PETER, 2005).

Quanto aos fatores estruturais ou setoriais, esses correspondem às condições que dominam o setor em que a empresa atua, tais como as exigências do mercado consumidor, padrões de concorrência, grau de integração vertical, escalas de produção, domínio da tecnologia e políticas fiscais específicas, onde sobre estes as empresas possuem pouco ou nenhum controle, podendo apenas posicionar-se estrategicamente (DI SERIO; VASCONCELLOS, 2017).

A partir de uma visão mais ampla, apontam-se alguns dos fatores externos ou sistêmicos que influenciam na competitividade do setor, relacionados ao contexto local, regional e/ou nacional, tais como regulamentações da macroeconomia, flutuações cambiais, taxas de juros, condições de infraestrutura, políticas fiscais, legislação, licenciamento ambiental e ações governamentais, onde nestes o controle por parte das empresas pode ser considerado inexistente, cabendo novamente apenas o posicionamento estratégico (WOMACK; JONES, 2006; PORTER, 2009; COUTINHO; FERRAZ, 1994; 2002; DI SERIO; VASCONCELLOS, 2017).

Dessa forma, para garantir a sobrevivência das empresas ao longo do tempo, é inegável que as atividades desempenhadas criem valor não apenas dentro das fronteiras da organização, mas também visando o ambiente estrutural e sistêmico ao qual está inserido, uma vez que a competitividade ultrapassa os processos internos e manifesta-se também no ambiente externo (COUTINHO; FERRAZ, 2002; PETERS et al., 2016; DI SERIO; VASCONCELLOS, 2017).

Para maior compreensão, a Figura 15 apresenta alguns dos fatores determinantes para a competitividade no âmbito sistêmico, estrutural e empresarial.

Figura 15 – Fatores determinantes da competitividade



Fonte: Adaptado de Coutinho e Ferraz (2002).

Neste estudo, a pesquisa foi desenvolvida a partir dos fatores empresariais e estruturais, especialmente os que interferem na competitividade do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica. Sendo assim, não foram considerados os fatores sistêmicos, visto que estão relacionados ao ambiente macroeconômico, político, social, legal, internacional e à infraestrutura, sobre os quais a empresa pode apenas exercer influência, mas não é capaz de controlar.

2.4 SISTEMAS DE MENSURAÇÃO DE DESEMPENHO

O primeiro passo para o aumento da competitividade, consiste no diagnóstico da competitividade atual, que deve ser feito utilizando-se os vetores atuais de gestão, tecnologias e pessoas, para ser confrontado com tendências identificadas no ambiente de negócios (DI SERIO; VASCONCELLOS, 2017).

Nessa perspectiva, sendo o ganho de competitividade, considerado como uma vigente necessidade nas organizações, a resolução de problemas complexos de tomada de decisão exige dos envolvidos conhecimentos acerca das temáticas abordadas, possibilitando ao final a geração de resultados compromissados com um menor grau de subjetividade e imprecisão dentre as diversas possibilidades de ação existentes (GOMES; GOMES, 2012; PARMENTER, 2010).

Para as empresas assegurarem vantagem competitiva pelo equilíbrio entre essas dimensões, a correta avaliação do desempenho da organização deve ser visualizada como elemento crucial para a consecução da estratégia adotada, e pode estar diretamente relacionada à capacidade da organização de atingir seus objetivos usando os recursos de um modo eficiente e eficaz (KAPLAN; NORTON, 2008; SILVA et al., 2010; TISOTT et al., 2011).

Assim, o tema mensuração do desempenho ou da *performance* organizacional vem recebendo atenção crescente nos últimos dez anos devido a pressão sofrida pelas empresas por apresentar resultados (FERNANDES, 2006; CORRÊA; JUNIOR, 2008). Dessa forma, o desenvolvimento de um Sistema de Medição de Desempenho (SMD) é visto como um fator chave no apoio a gestão, pois pode favorecer a tomada de decisões corretas e a tempo das operações da organização e oportunizar para a gestão corporativa da empresa o diagnóstico das principais forças e debilidades, garantindo oportunidades de inovação e alta performance (SILUK, 2007). Esses sistemas visam reforçar vantagens de uma empresa tanto em relação aos fatores internos como externos, com foco em melhorias de processo (MARINHO; CAGNIN, 2014).

Lamberti e Noci (2010) citam que as razões práticas que são frequentemente mencionadas para a implementação de Sistemas de Medição de Desempenho geralmente são classificadas em cinco categorias, a saber: monitoramento de desempenho; identificação de áreas que necessitam de atenção; aumento da motivação; melhoria da comunicação e; responsabilidade. Love et al., (2015) argumenta quatro funções sobre a construção de um SMD:

- a) identificar o sucesso, o nível de satisfação das necessidades dos clientes, onde existem problemas e onde as melhorias são essenciais;
- b) entender seus processos e o que eles sabem ou o que eles não sabem;
- c) assegurar a adequação de cada decisão tomada;
- d) indicar se os resultados esperados e previstos foram cumpridos.

Para isto, este sistema precisa ser projetado, gerenciado e avaliado periodicamente para garantir que ele produza os resultados desejados, garantindo-se assim que os SMD sejam utilizados tanto pelos gestores como pelos facilitadores para diminuir as incertezas referentes a empresa no momento das tomadas de decisões (FRANCO-SANTOS et al., 2007; ARTZ; HOMBURG; RAJAB, 2012).

Existem vários SMDs e cabe ao gestor escolher o mais adequado à situação da empresa. Dentre as diversas maneiras de se realizar a mensuração de desempenho, o Quadro 5

mostra alguns dos principais métodos aplicados atualmente, assim como suas principais características, as quais serão fundamentais no momento da escolha de cada um deles.

Quadro 5 – Principais métodos utilizados para mensuração de desempenho

Método	Principais Características	Referências Bibliográficas
Administração por Objetivos (APO)	Técnica de direcionamento de esforços através do planejamento e controle administrativo, no qual as metas são definidas em conjunto entre administrador e seu superior e as responsabilidades são especificadas para cada posição em função dos resultados esperados.	Drucker (2008); Monahan (2008); Templar (2011).
<i>Key Performance Indicators (KPI)</i>	Ferramenta para avaliar o estado de determinada atividade, de maneira que os níveis de uma empresa compreendam a forma como seus trabalhos influenciam no negócio.	AUSINDUSTRY (1999); Toor e Ogunlana (2008); Bandeira (2009); Parmenter (2010).
<i>Balanced Scorecard (BSC)</i>	Traduzir a estratégia da organização em um conjunto de medidas capazes de realizar a mensuração do seu desempenho, a fim de se atingir os principais objetivos estratégicos traçados.	Olson e Slater (2002); Kaplan e Norton (2008); Othman (2008); Bartz et al. (2011).
Três Níveis de Desempenho	O modelo considera o estabelecimento de três níveis (organização, processo e executor) de desempenho, de maneira a qual uma empresa ou um sistema pode ser avaliado a partir do cumprimento dos requisitos destes vértices.	Rumler e Brache (1992); Dutra (2005); Van der Stede et al. (2006).
<i>Mckinsey 7-S</i>	É um modelo de gestão desenvolvido para compreender sete fatores considerados como de determinação para a efetiva mudança de uma organização.	Rasiel (2000); Zago et al. (2008); Egner (2009).
<i>Baldrige</i>	Tem por objetivo prestar um auxílio às empresas no que tange o estímulo ao aperfeiçoamento da sua qualidade e produtividade, fornecendo as informações necessárias para se chegar a um alto nível de qualificação dos seus processos.	Brown (2008); Blazey (2011); Kelly (2011).
<i>Quantum</i>	O modelo proposto tem como objetivo associar missão, estratégia, metas e processos dentro da organização, trabalhando com uma matriz em três dimensões: qualidade, custo e tempo, visando equilíbrio entre estas.	Hronec (1994); Dutra (2005); Bartz et al. (2011).
<i>Performance Prism</i>	É uma metodologia que visa integrar os processos a fim de se criar valor para as partes interessadas no sistema, partindo-se de indicadores capazes de remeter o status no qual a gestão se encontra.	Neely, Adams e Kennerley (2002); Neely (2005); Rauch et al. (2009).

Fonte: Adaptado de Neuenfeldt Junior (2014).

Cada um desses métodos pode ser adequado para atender os objetivos da mensuração de desempenho desejada, pois não apresentam um padrão fixo e engessado de aplicação, podem ser adaptados de acordo com as necessidades de cada empresa. São diferenciados conforme o seu enfoque de abordagem, podendo-se afirmar, portanto, da não existência de

uma modelagem pré-definida capaz de atender integralmente as exigências vigentes para cada caso, o que possibilita o desenvolvimento de diversos estudos acerca do tema e suas aplicações práticas (VAN DER STEDE et al., 2006; KAPLAN; NORTON, 2008). Os métodos do quadro não devem ser entendidos como modelos isolados, mas sim como opções flexíveis capazes de ajustarem-se da melhor forma possível à realidade que se pretende modelar, cabendo ao usuário da ferramenta a sensibilidade para tanto, uma vez que nem mesmo a literatura científica apresenta um consenso de qual o método seja o mais apropriado (SOLIMAN, 2014).

A partir das características desejáveis para um SMD e, visto que sua concepção está alinhada com a proposta deste trabalho, destaca-se o método *Key Performance Indicators* (KPI), também conhecido como Indicadores Chave de Desempenho. O método KPI possui como papel primordial a capacidade de expressar a avaliação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) de uma organização ou projeto, a fim de obter resultados quantitativos sobre determinada atividade em relação a um período de tempo, com base nas principais características estudadas (LATORRE; ROBERTS; RILEY, 2010; PARMENTER, 2010). Os FCS são considerados como elementos chave capazes de determinar o sucesso ou fracasso em relação aos objetivos, se tornando assim um ponto de referência alinhando as características e as capacidades inerentes de maneira uniforme (ALLEN; KERN; HAVENHAND, 2002; PARMENTER, 2010; VALMOHAMMADI; SERVATI, 2011; WAGGONER; NEELY; KENNERLEY, 1999).

Os KPI para um sistema são calculados a partir da definição de um objetivo global, composto de “n” indicadores, onde cada um pode ser considerado como uma ferramenta de mensuração da performance que ajuda na comparação da situação do caso em relação a uma estimativa, o que reflete aos direcionadores estratégicos, possibilitando a comparação dos resultados com valores denominados por alvos (ou metas) para cada um dos KPI definidos no SMD (COX; ISSA; AHRENS, 2003; TOOR; OGUNLANA, 2009; BARTZ; SILUK; BARTH, 2011).

Para se tornar possível a medição de desempenho a partir da ferramenta KPI, é necessária a definição do objetivo central (KPI_{obj}), composto por “n” indicadores (KPI_d), $\forall d = 1, 2, \dots, n$ sendo d a representação numérica destes, responsáveis em conjunto pela definição desse indicador principal o qual deve ser convergente com a proposta a ser mensurada, para que posteriormente possa ser comparado em relação a um alvo (T_{obj}), o qual é definido conforme o nível de exigência produtiva esperada para o sistema. Para tanto, espera-se que os critérios selecionados para fazerem parte da modelagem do sistema sejam

capazes de serem extratificados ao nível de possibilitar o controle gerencial das atividades operacionais, a fim de gerar informações necessárias para melhorar o processo de tomada de decisões (BARTZ; SILUK; BARTH, 2011; CAI et al, 2009).

Para Parmenter (2010) os KPI devem: (1) ser medidas não monetárias; (2) ser mensurados frequentemente; (3) ser definidos pelo diretor executivo e pelo time de gestão; (4) indicar claramente que ações são necessárias por parte dos funcionários da empresa; (5) indicar responsabilidades a serem distribuídas entre os membros da equipe; (6) incentivar ações apropriadas; e (7) possuir impacto significativo, pois afetam um ou mais FCS.

Já Bartz, Siluk e Barth (2011) apresentam as características que definem KPI como: (1) prestação de contas - os resultados referentes ao KPI devem apresentar um responsável; (2) facilmente assimilado - devem ser precisos, quantificáveis, e seu significado deve ser compreendido por todos os membros da organização; (3) temporal - devem ser medidos com frequência, refletindo as prioridades atuais; (4) relevantes - as medidas devem apoiar objetivos estratégicos organizacionais; e (5) consistentes - devem não entrar em conflito com outras medidas de desempenho.

Sob essa lógica, Parmenter (2010), afirma que esses atributos fizeram com que os KPI fossem utilizados com maior frequência no Brasil, pois fornecem um *feedback* do alinhamento das atividades dos fatores considerados críticos dentro da organização com as metas e objetivos almejados pelos gestores, no sentido de alcançar maior competitividade no mercado.

A próxima seção deste capítulo trata do aprofundamento quanto a elementos multicritério, tema relevante para o entendimento das escolhas e ponderação dos fatores decisivos, oriundos dos KPI.

2.5 ELEMENTOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO

A metodologia *Multi Criteria Decision Aid* (MCDA) ou, traduzida para o português metodologia Multicritério de Apoio a Decisão, pode ser vista como um conjunto de métodos que se prestam a tornar claro um problema, no qual as alternativas são avaliadas por múltiplos critérios. A complexidade do processo de tomada de decisão ocorre, principalmente por ser necessária a definição de critérios que condicionem para a escolha das alternativas em consideração (GOMES; GOMES, 2012; SAATY; VARGAS, 2012).

Para Costa et al. (2015) a abordagem multicritério tem por finalidade estabelecer o comportamento do desempenho em relação aos principais fatores inseridos ao contexto,

conforme a suas definições intrínsecas. No mesmo sentido, Volchko et al. (2014) afirma que a abordagem multicritério tem por finalidade estabelecer múltiplos critérios de análise de decisão, sendo que muitas vezes sugerido como uma abordagem adequada para apoio à tomada de decisão devido a sua capacidade de classificar as alternativas de remediação com base numa avaliação de critérios ambientais, socioculturais, bem como os domínios econômicos.

Qualquer problema de decisão que compreenda no mínimo duas ações possíveis, pode ser enquadrado sob a ótica da MCDA, que engloba métodos com o objetivo de representar a complexa realidade a partir de modelagens qualitativas ou quantitativas, permitindo um melhor entendimento por parte dos atores envolvidos e servindo como subsídio para a escolha final entre as opções disponíveis (STORCH; NARA; KIPPER, 2013). A MCDA contribui em diminuir a complexidade do processo de tomada de decisão, visto que propõe o uso de ferramentas que permitem elucidar as relações de causa e efeito sobre as preferências dos decisores, aumentando o nível de conhecimento sobre o problema, o que difere substancialmente do conceito de busca da solução ótima dos métodos de otimização da pesquisa operacional tradicional (BELTON; STEWART, 2001). Ainda, a MCDA não tem por objetivo remover a subjetividade do problema, mas visa torná-la clara aos decisores, guiando-os por caminhos lógicos para satisfazer os objetivos de todos os envolvidos (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Os métodos resultantes da MCDA podem ser classificados segundo diferentes perspectivas. Muitos autores os classificam segundo a teoria principal em que se fundamentam. Segundo uma perspectiva clássica, destacam-se duas grandes escolas de pensamento: a Escola Americana, de paradigma racionalista, que se baseia em técnicas de agregação multicritério, com critério único de síntese; e a Escola Francesa, de paradigma construtivista, que defende a agregação sem critério único de síntese, baseando-se no conceito de relação de superação (ou sobreclassificação). Existem ainda os métodos interativos, alternativos e híbridos, que utilizam os conceitos de ambas as Escolas (GOMES; GOMES 2012).

O Quadro 6 elenca métodos multicritério consagrados na literatura científica.

Quadro 6 – Métodos multicritério de apoio à decisão

Método	Principais Características	Referências Bibliográficas
<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	Derivada da corrente de pensamento americana, a Análise Hierárquica de Processos é uma técnica estruturada para analisar problemas de abordagem multicritério de acordo com uma escala de comparação aos pares.	Saaty (1977); Saaty (1980).
<i>Analytic Network Processes (ANP)</i>	Sucede da escola americana e caracteriza-se pela decomposição de um problema de decisão em uma estrutura de rede, permitindo relações de dependência e <i>feedback</i> entre seus elementos.	Saaty (1996); Saaty (2004); Saaty (2004a).
<i>Multiattribute Utility Theory (MAUT)</i>	Advém da corrente de pensamento americana, a teoria da utilidade multiatributo considera que, para cada alternativa a ser avaliada, existe um conjunto de atributos que a caracteriza e, para cada um dos atributos, existe uma função de utilidade específica que associa uma medida de valor a esse atributo. A função de utilidade multiatributo é a agregação das diferentes funções de utilidade de cada atributo, ponderadas conforme o grau de importância do atributo.	Fishburn (1970); Keeney e Raiffa (1976).
<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE)</i>	Decorre da corrente francesa, o Método de Organização de Ranking de Preferência de Avaliação de Enriquecimento tem por objetivo ajudar na construção de um ranking de características, que podem auxiliar na tomada de decisão da escolha de futuros fornecedores parceiros.	Mareschal, Brans e Vincke (1984); Brans, Vincke e Mareschal (1986).
<i>Elimination and Choice Translating algorithm (ELECTRE)</i>	Conhecida como família ELECTRE, é derivada da escola francesa e é composta pelos métodos ELECTRE I, II, III, IV, IS e TRI. Também denominados métodos de subordinação ou prevalência, fundamentam-se na construção de uma relação de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis.	Roy (1968); Roy e Bertier (1971); Roy e Hugonnard (1981); Roy e Skalka (1985a); Roy (1996); Roy (2013).
<i>Measuring Attractiveness by a Categorical based Evaluation Technique (MACBETH)</i>	Baseado na escola francesa, o método busca medir a atratividade por uma técnica de avaliação baseada em categorias. É uma abordagem de auxílio à decisão multicritério interativa usada para construir um modelo de valor quantitativo (numérico), baseado em julgamentos de comparação de pares qualitativos (não numéricos).	Costa e Vansnick (1994); Costa e Vansnick (1997).

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Com relação à escolha dos métodos relacionados, a escolha de uma das abordagens apresentadas dependerá principalmente da racionalidade do decisor ao demonstrar suas preferências. Cabe ressaltar que a situação do problema exerce influência na escolha da abordagem, pois as decisões que envolvem o contexto multicritério podem ser direcionadas por várias problemáticas: (a) escolha: reduzir a um conjunto menor o número de alternativas existentes; (b) ordenação: ordenar as alternativas em ordem crescente ou decrescente; e, (c)

classificação: categorizar as alternativas em grupos por similaridade, de forma categórica ou ordenada (ROY, 1996; VINCKE, 1992).

Ademais, acrescenta-se que existem naturezas de critérios diferentes, os quais podem ser classificados basicamente em quantitativos e qualitativos. A tomada de decisão está diretamente vinculada à determinação de quais são os critérios que possuem maior relevância para o todo, visto que esse tipo de abordagem visa o tratamento das informações tanto de natureza quantitativa como qualitativa, desde que estas sintetizem de maneira coerente mensuração, permitindo maior conhecimento a respeito do problema (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; WALLENUS et al, 2008).

Alguns métodos lidam bem com critérios qualitativos e quantitativos, como é o caso do AHP, ELECTRE e PROMETHEE, sendo a MAUT e os métodos interativos mais adaptados a critérios quantitativos (GUARNIERI, 2015).

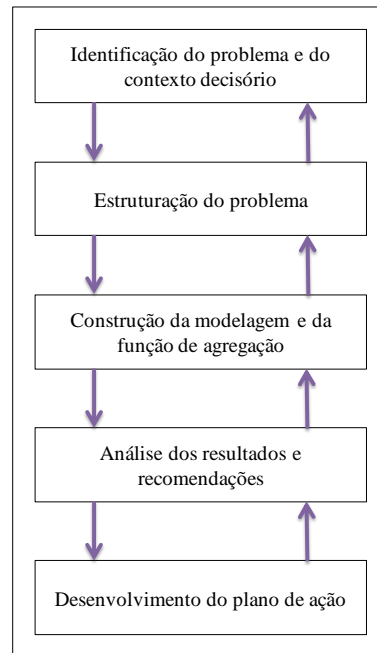
Os autores Cló, Battles e Zoppoli, (2013) delimitam quatro etapas para a abordagem multicritério de apoio à decisão: (1) tem-se um conjunto de múltiplos critérios relativos aos efeitos econômicos, ambientais e processuais de cada proposta selecionada; (2) cada um desses critérios é ponderado; (3) cada opção é avaliada em função dos critérios ponderados; e (4) para qualquer opção, as diferentes qualidades são somadas, fornecendo um único valor que sintetiza o seu desempenho global.

A partir das abordagens e Roy (1985), Belton e Stewart (2001), Power (2002), Gomes e Gomes (2012) e Doumpos e Grigoroudis (2013), quanto as fases que compõem um processo de apoio à decisão, é possível compreender um conjunto de etapas, sob a forma de fluxo contínuo, ilustrado na Figura 16.

A primeira fase compreende uma ampla investigação para a identificação do problema e do contexto que permeia a decisão, uma vez que entre um grupo de decisores estes conceitos nem sempre estão claros, pois o problema pode envolver nuances e percepções diferentes para cada um dos envolvidos (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; DOUMPOS; GRIGOROUDIS, 2013).

Durante a fase de estruturação, os atores utilizam de ferramentas para auxiliar no processo de identificação das alternativas, incertezas, pontos chaves de avaliação e fatores externos, com base nos seus sistemas de valores. Entre estas ferramentas, destacam-se as hierarquias de meios e fins, diagrama de *Ishikawa*, *brainstorming*, e árvore de decisão (GOMES; GOMES, 2012).

Figura 16 – Fases do processo de apoio à decisão



Fonte: Elaborada com base em Roy (1985), Belton; Stewart (2001), Power (2002), Gomes; Gomes (2012) e Doumpos; Grigoroudis (2013).

Em específico, a última fase prevê a decomposição do problema por meio da divisão do objetivo central em critério e subcritérios organizados hierarquicamente, mostrando-se bastante útil na visualização das inter-relações entre os diversos elementos que impactam a decisão, sendo amplamente utilizada em processos decisórios (SKINNER, 2009).

Para a construção do modelo deve-se utilizar mecanismos que permitam avaliar quantitativamente cada um dos critérios estabelecidos, e então é fundamental a definição de taxas de substituição entre os elementos do modelo, a fim de demonstrar as diferenças de importância entre cada um deles (ALMEIDA, 2013). Alguns métodos são utilizados como suporte a essa etapa, entre eles, o *Trade-Off*, *Swing Weights* e comparação par-a-par, todos esses baseados no conceito de compensação, onde o ganho de *performance* em um critério implica na perda de outro (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Nesta fase a construção de funções de valor capazes de promover a medição dos atributos desejáveis de cada alternativa, os quais são definidos com base nos critérios considerados como relevantes para a decisão (GOMES; GOMES, 2012). Esta etapa pode ser realizada, dentre outros métodos, por meio da Pontuação Direta, Julgamento Semântico, ou método Bisseção, sendo esse último especialmente válido para variáveis quantitativas contínuas (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Uma vez que as funções de valor e as taxas de substituição estejam estruturadas, o modelo deve contar com a construção de uma equação global capaz de avaliar efetivamente o desempenho de cada alternativa (ALMEIDA, 2013). Para tanto, destacam-se as funções de agregação aditiva (GOMES et al., 2011).

A fase denominada por análise dos resultados e recomendações compreende, num primeiro momento, o cálculo do desempenho global das alternativas a partir da construção realizada na fase anterior, sendo possível analisar as diferenças entre elas. Posteriormente, a etapa de recomendações visa apontar qual é o melhor curso de ação para o problema, além de propor qual o incremento necessário para que as alternativas avaliadas negativamente possam vir a ser consideradas como atrativas, realizando-se simulações e verificando-se os resultados (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001; DOUMPOS; GRIGOROUDIS, 2013).

A última fase, intitulada por desenvolvimento do plano de ação, visa buscar estratégias para a implementação da decisão que foi apoiada pelo processo desenvolvido. Neste estágio, já se considera que a melhor alternativa (ou conjunto destas) esteja definida, concentrando-se os esforços na realização das atividades necessárias para execução da solução encontrada (BELTON; STEWART, 2001).

A análise multicritério tem se revelado muito útil para lidar com aspectos como a incerteza ou risco, fatores muitas vezes presente nas pesquisas. A partir dos métodos apresentados, Zhu (2014) diz que o método Análise Hierárquica de Processos (AHP) tem sido uma ferramenta adequada para mensurar intangíveis, lado a lado com os tangíveis, e amplamente utilizado como uma ferramenta multicritério na tomada de decisões como uma forma de definição de prioridades, o estudo finaliza o referencial teórico explicando a AHP.

2.5.1 Análise Hierárquica de Processos

A partir das diversas formas metodológicas existentes para abordar os problemas multicriteriais, autores como Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) e Gomes e Gomes (2012) propõem possibilidades de aplicação, de acordo com a teoria principal em que se baseiam, a partir da classificação de três possibilidades, sendo a Escola Americana; a Francesa e a Híbrida, conforme as características básicas apresentadas no caso em estudo.

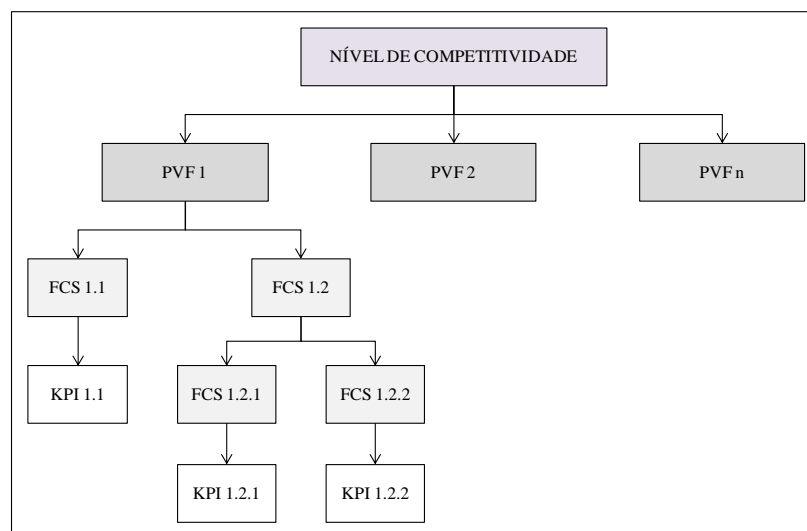
Em específico, a Escola Americana está diretamente relacionada aos tradicionais métodos da pesquisa operacional, pois visa retornar ao usuário, de maneira objetiva, uma solução ótima a partir das opções e das caracterizações quantitativa dos fatores que constituem o modelo, por meio de funções denominadas por utilidade ou valor, agregando

assim taxas de substituição capazes de informar ao decisor (pessoa ou grupo de pessoas que moralmente possuem o poder da tomada de decisão para o caso) a importância relativa entre eles até o fim da estrutura hierárquica estabelecida, denominado como paradigma racionalista. Constantemente esse formato de tratamento dos dados é caracterizado como de abordagem de critério único de síntese, por haver uma forte correlação entre os seus perfis (GOMES; GOMES, 2012).

O método de Análise Hierárquica de Processos se traduz em uma das vertentes desta escola e segue os pressupostos desenvolvidos por Thomas Saaty no início dos anos 70. A AHP consiste na verificação por meio da realização de julgamentos durante todos os níveis da estrutura hierárquica estudada, de quais alternativas elencadas são mais interessantes para o caso, gerando assim uma pré-ordem das opções a fim de facilitar na escolha a ser realizada pelos decisores. Essa proposta tem por premissa indicar a importância relativa existente entre cada um dos fatores pertencentes a um nível principal, até se chegar aos critérios submetidos para análises quantitativas a respeito do problema, hierarquizados por meio de comparações paritárias, de forma a transcrever como as mudanças das características nos níveis mais altos se distribuem e afetam direta ou indiretamente os respectivos subníveis (MARINS et al., 2010; SAATY; VARGAS, 2012).

Saaty (1991) reproduz um modelo estrutural hierárquico genérico, cujos os *layers* se subdividem em ordem de relevância subsequente, divididos em Pontos de Vistas Fundamentais (PVF) e FCS. A Figura 17 traz essa estrutura.

Figura 17 - Estrutura da árvore hierárquica



A construção hierárquica do sistema visa o desenvolvimento do raciocínio lógico do pesquisador, buscando a definição do objetivo para o qual está sendo proposto, de modo a ocorrer à divisão da estrutura em níveis, onde cada fator relevante é responsável, respectivamente, pelos localizados diretamente abaixo deles, partindo inicialmente de um primeiro nível que compreende os ligados diretamente ao objetivo central estudado, até o último, composto pelas alternativas ao SMD em consideração (SAATY, 2008, MARINS et al., 2010). A representação hierárquica definida pode ser usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam a prioridade dos níveis mais baixos, traduzindo-se em uma maneira de decompor um problema de elevada complexidade, representado num sistema sequencial, formando uma cadeia linear e decrescente (SAATY, 1991).

Após a hierarquização do problema, inicia-se a fase de avaliação com a comparação paritária entre os critérios e também entre os subcritérios. Por meio desta comparação serão determinadas as importâncias relativas de cada critério, também conhecidas como pesos. Os critérios são comparados segundo a escala de julgamentos descrita no Quadro 7, que traz a escala de julgamento de importância do método AHP.

Quadro 7 – Escala da Análise Hierárquica de Processos

Nível de importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades contribuem igualmente para o objeto.
3	Importância fraca de uma sobre a Outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida em relação à outra e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	Há evidências, favorecendo uma atividade em relação à outra, é do mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando é necessária uma condição de compromisso.

Fonte: Satty (1991), adaptação de Granemann e Gartner (s/d) apud Oliveira e Martins (2015).

Saaty (1991) ressalta que os nove pontos que são utilizados pelos tomadores de decisão para expressar suas preferências para uma alternativa sobre outra, por um critério

particular, e para o quanto um critério é valorizado em detrimento de outro. Para Frikha e Moalla (2015), a principal vantagem da AHP tem sido sua capacidade para decompor, de forma detalhada, estruturada e sistemática, o problema de decisão em subproblemas mais facilmente compreendidos que podem ser analisados de forma independente.

Os conceitos apresentados demonstram que elementos da abordagem multicritério dispõe de uma riqueza de ferramentas para auxiliar no entendimento de uma problemática muitas vezes abstrata e repleta de interesses muitas vezes dispersos (SOLIMAN, 2014).

Sendo assim, este referencial teórico não tem como pretensão esgotar o assunto, mas sim apresentar os conceitos fundamentais ao tema, visto que essa pesquisa fez uso apenas dos conceitos gerais associados a essa metodologia para a construção da árvore de decisão e para o cálculo das taxas de substituição.

3 METODOLOGIA

O capítulo metodológico descreve os procedimentos que foram utilizados no decorrer do trabalho e é composto por quatro seções, onde a primeira apresenta o delineamento da pesquisa, a partir da sua classificação. Já a segunda seção, descreve o desenvolvimento metodológico que compreendeu todas as etapas da pesquisa, perpassando por informações que vão desde a construção da fundamentação teórica, até as conclusões desta Tese. Na sequência, a terceira seção destina-se ao mapeamento do ecossistema fotovoltaico. Por fim, a quarta seção apresenta a matriz de amarração da pesquisa.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento tem por concepção básica esclarecer o modo pelo qual foram determinados os procedimentos e técnicas para o desenvolvimento desta pesquisa. A condução de pesquisas científicas deve estar balizada em premissas, procedimentos e pressupostos teóricos para fundamentar a interpretação do autor, garantir que possa ser considerada válida e apresentar resultados coerentes (TRIVIÑOS 2008). Desse modo, o Quadro 8 apresenta o delineamento dessa pesquisa a partir das proposições de Hair Jr. et al. (2005), Triviños (2008), Corbin e Strauss (2008), Marconi e Lakatos (2010), Gil (2010), Malhotra (2011), Miguel (2011), Richardson (2011), Prodanov e Freitas (2013) e Yin (2016).

Quadro 8 – Delineamento da pesquisa

Classificação	Enquadramento
Natureza	Aplicada
Forma de abordagem	Qualitativa
	Quantitativa
Método científico	Indutivo
Objetivos	Exploratória
	Descritiva
Procedimentos técnicos	Bibliográfica
	Documental
	Estudo Multicasos

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Em relação à natureza, a pesquisa foi considerada como aplicada devido à forte relação que existiu entre os dados e informações obtidas no ambiente analisado, e a resposta prática que foi alcançada por seus resultados, que pode contribuir para a solução de problemas pontuais no contexto fotovoltaico a partir desta investigação (MARCONI; LAKATOS, 2010; PRODANOV; FREITAS, 2013). Para os autores, a pesquisa aplicada pretende resolver questões concretas em um contexto particular a partir do problema proposto e demonstrar uma expressão mensurável do que foi apresentado, sendo conceitualmente clara e específica.

Sob essa perspectiva, a modelagem construída permitiu a verificação do nível de competitividade dos atores do ecossistema de inovação fotovoltaico nos âmbitos estrutural e empresarial. Nesse sentido, a problemática do estudo foi ao encontro de sua solução, pois espera-se que os resultados encontrados gerem conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, uma vez que envolve verdades e interesses locais.

No que tange o método científico do estudo, por se tratar de uma pesquisa que recorre da análise de casos em particular, a fim de servirem como um padrão normalizado para possíveis estudos futuros a respeito do tema, o presente trabalho pode ser caracterizado como indutivo. Nesse caso, a partir das evidências encontradas por uma fração da população estudada, são buscados aspectos que podem estar presentes também em outros indivíduos (MIGUEL, 2011). Para Triviños (2008), na abordagem indutiva há um processo mental que, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. O objetivo dos argumentos indutivos é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que o das premissas nas quais se basearam.

Desse modo, a amostra dos atores investigada apontou dados que foram analisados e comparados às teorias, pesquisas e achados, sem generalização, pois tratou-se de um grupo em específico. Acredita-se que os resultados irão auxiliar os atores pesquisados no que tange o entendimento das próprias ações, e como essas refletem na sua realidade e também, de maneira direta ou indireta nos cenários positivos ou negativos da competitividade do ecossistema de inovação.

Quanto à abordagem, a pesquisa classificou-se como qualitativa e quantitativa. Segundo Richardson (2011), há autores que não distinguem com clareza, métodos qualitativos e quantitativos, por entenderem que a pesquisa quantitativa é também, de certo modo, qualitativa. Para o autor, estudos que empregam uma metodologia qualitativa, podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no

processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos (RICHARDSON, 2011).

Gil (2010) afirma que as pesquisas quantitativas possibilitam uma interrogação direta aos indivíduos visando à compreensão de seu comportamento e permitem minimizar a heterogeneidade dos dados conferindo maior confiabilidade aos resultados devido ao estabelecimento de uma estrutura pré-definida. Já Malhotra (2011) comenta que as pesquisas quantitativas procuram quantificar os dados para compreender o problema de pesquisa, utilizando técnicas estatísticas.

Para Hair Jr. et al. (2005) e Richardson (2011) abordagens qualitativas e quantitativas combinadas podem gerar vantagens para as análises. Os autores afirmam que as técnicas qualitativas são mais frequentes em pesquisas exploratórias e que a sua combinação com instrumentos quantitativos permite uma análise ainda mais eficiente. Nesse sentido, primeiramente foi dado enfoque qualitativo à pesquisa, a fim de contemplar características referentes ao setor em estudo que deu suporte à modelagem para a mensuração do desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação. Logo, também foi necessária a aplicação de metodologias quantitativas, com o intuito de realizar a transformação dos dados em informações numéricas, as quais foram possíveis de serem tratadas e verificadas conforme as características de indicadores de desempenho. Após ocorreu, novamente, a conversão das informações numéricas para uma base qualitativa, separada em quatro níveis distintos de competitividade para análise.

Em relação aos objetivos, a pesquisa foi considerada exploratória e descritiva, a partir da necessidade de se conhecer com maior profundidade os conceitos da temática e as características do ecossistema de inovação fotovoltaico. Hair Jr. et al. (2005) evidenciam que a pesquisa exploratória é orientada para a descoberta e é particularmente útil quando o pesquisador dispõe de poucas informações acerca do seu objeto de estudo. Para Yin (2016) e Malhotra (2011), estudos exploratórios possibilitam investigar objetos que apresentam carência de conhecimento e temas pouco estudados na literatura. Em relação à pesquisa descritiva, Hair Jr. et al. (2005) diz que essa pesquisa visa descrever as características de determinadas populações ou fenômenos e uma de suas peculiaridades está na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados. O autor ainda complementa que a pesquisa descritiva pode ter como objetivo avaliar possíveis relações entre variáveis. Corbin e Strauss (2008) e Miguel (2011) afirmam que tais estudos têm como objetivo principal descrever as informações sobre um assunto em particular.

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, o trabalho contou com três etapas para o cumprimento dos seus objetivos: em um primeiro momento a pesquisa bibliográfica, devido à busca de publicações científicas que embasaram as temáticas abordadas; logo, foi utilizada também a pesquisa documental para melhor entendimento do setor, mercado, e das tendências; e por último, enquadrou-se como um estudo multicase, pois foram coletadas informações de diferentes atores do ecossistema de inovação fotovoltaico durante a fase de teste da modelagem.

O delineamento da proposição desta Tese foi descrito nesta seção inicial. Já o detalhamento das etapas de toda a pesquisa é explicado no desenvolvimento metodológico.

3.2 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO

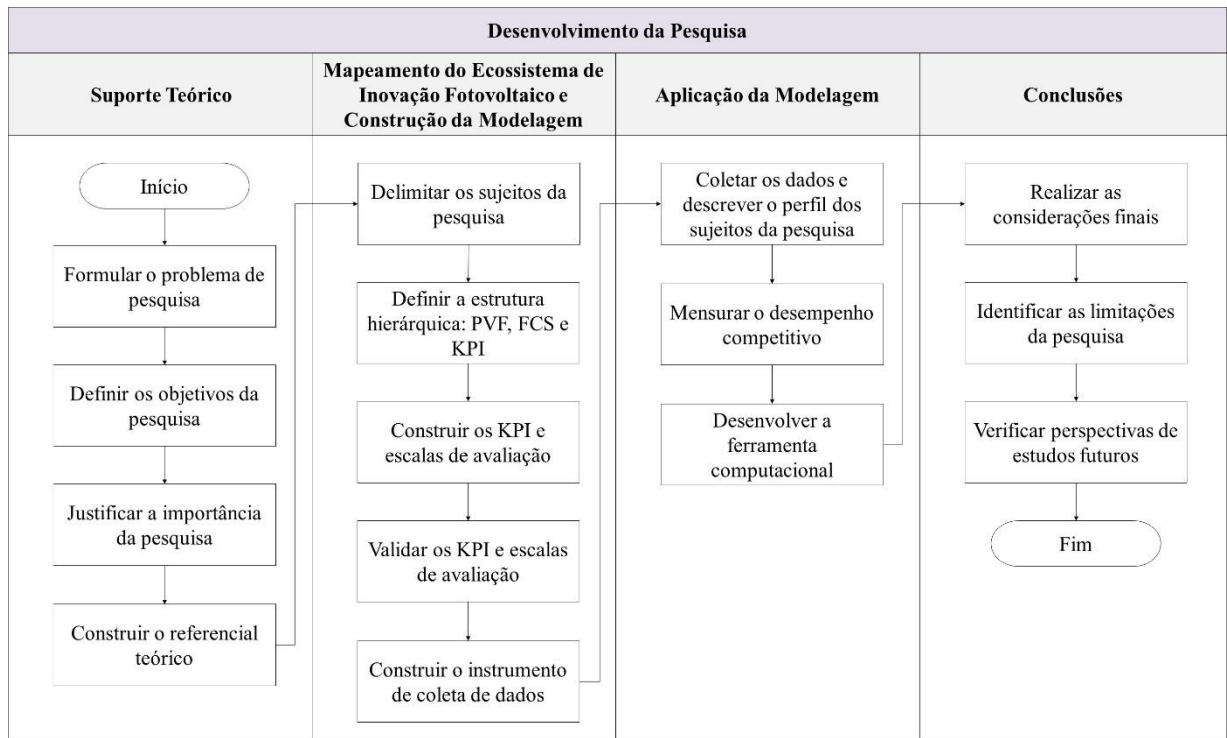
O desenvolvimento desse estudo contou com as seguintes etapas fundamentais para o alcance dos objetivos propostos nessa Tese: Suporte Teórico; Mapeamento do Ecossistema de Inovação Fotovoltaico e Construção da Modelagem; Aplicação da Modelagem e; Conclusões.

A primeira etapa, intitulada como Suporte Teórico, foi cumprida por meio da formulação do problema apresentada na Seção 1.1, juntamente com a definição dos objetivos, além da elaboração da justificativa da pesquisa e do referencial teórico, apresentados nas seções 1.2 e 1.3 e, no Capítulo 2, respectivamente.

Para tanto, foram necessárias a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica. A pesquisa documental, por sua vez, compreendeu a busca por relatórios, informativos, e estatísticas referentes ao setor energético brasileiro, disponibilizados por associações nacionais e internacionais, além da consulta junto aos portais eletrônicos de órgãos do governo. Os dados obtidos incluem dados mercadológicos, panoramas setoriais e tendências.

Já a pesquisa bibliográfica contou com a consulta de livros e outros materiais científicos, que junto aos documentos analisados formaram a base de conhecimento teórico sobre o setor de energia solar fotovoltaica, ecossistema de inovação, competitividade, sistema de mensuração de desempenho e elementos da abordagem multicritério. A fim de aprimorar tal compilado de informações e sustentar a construção da modelagem e a análise dos resultados fez-se necessária a realização de uma bibliometria. A fim de compreender o desenvolvimento da pesquisa, a Figura 18 apresenta detalhadamente as quatro etapas sequenciais e seus desdobramentos.

Figura 18 – Desenvolvimento metodológico da pesquisa



Fonte: Adaptada de Kaczam (2019).

A finalidade da pesquisa bibliométrica foi compreender as publicações sobre as temáticas escolhidas, especificamente aquelas em que havia correlação entre as palavras-chave. Qualquer operação que utilize dados bibliográficos é considerada bibliometria e entre os diversos métodos, o estudo optou pelo método *Co-word analysis*, que foi a busca das palavras-chave no título e no resumo dos artigos (ZUPIC; ATER, 2014).

A pesquisa bibliométrica foi apresentada no início do Capítulo 2 e foi essencial para justificar a importância desse estudo, para aprofundar o próprio referencial teórico e fundamentalmente para identificar os FCS elencados para a modelagem. Foram utilizados quatro portais de conteúdo científico: *Scopus*; *Science Direct*; *Emerald e*; *IEEE*.

A filtragem dos dados passou por vários processos, compreendidos na estrutura metodológica da bibliometria, que iniciou pela escolha das palavras-chave. A correlação entre essas palavras foi o critério escolhido para a mineração dos trabalhos. Após fez-se a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos. Sequencialmente, foram selecionados os estudos que tinham alguma sinergia com a proposta desta Tese, e então, esses foram relacionados em um repositório de artigos completos e realizada a leitura de tais materiais na

integra. Por fim, analisou-se o periódico do artigo e respectivo fator de impacto a fim de verificar a qualidade do material publicado.

A segunda etapa foi definida como Mapeamento do Ecossistema de Inovação Fotovoltaico e Construção da Modelagem. Desse modo, é composta em um primeiro momento pelo mapeamento do ecossistema de inovação fotovoltaico (Seção 3.3) que possibilitou a delimitação dos sujeitos de pesquisa (Seção 3.3.1). Os sujeitos de pesquisa ou as unidades de análise, no entendimento de Sampieri, Collado e Lúcio (2013), constituem os participantes, objetos, eventos ou comunidades de estudo, que dependem da formulação da pesquisa, do alcance do estudo e dos resultados esperados. Nesta pesquisa se adotou o indivíduo como unidade de análise, visto que o foco do estudo foi fundamentado no desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica.

A definição dos sujeitos investigados correspondeu ao segundo objetivo específico do trabalho e esse mapeamento foi realizado a partir da pesquisa documental, que por sua vez possibilitou a identificação dos grupos de atores pertencentes ao ecossistema de inovação fotovoltaico. A partir dos resultados desse levantamento chegou-se ao número de 13 grupos, dos quais foram pesquisados um total de 7 grupos, que levaram a investigação de 17 atores desse ecossistema. Como critério para a delimitação dos sujeitos, além de estar inserida dentro de um dos grupos mapeados, foi considerada também, a conveniência do pesquisador.

Essa etapa também é composta pela construção da modelagem apresentada no Capítulo 4. Para o desenvolvimento dessa fase, inicialmente foram utilizados alguns pressupostos da metodologia AHP a partir da abordagem multicritério de apoio à decisão. Em específico, foi utilizada a árvore de decisão (Seção 4.1) para delinear os PVF e os FCS que irão compor a estrutura hierárquica.

Para dar seguimento ao desenvolvimento da modelagem, tomou-se como base o sistema KPI de mensuração, que corresponde a um conjunto de indicadores e a sua constituição pode ocorrer a partir do desdobramento de um objetivo central em PVF. Esses PVF representam o primeiro nível da hierarquia e agrupam no segundo nível dessa estrutura um rol de FCS, que foram desdobrados em KPI contemplando o terceiro nível da hierarquia, finalizando a estrutura da modelagem em questão.

Finalizada a estrutura hierárquica, iniciou-se a descrição dos KPI e construção das escalas de avaliação dos KPI (Seção 4.2), segundo as considerações de Parmenter (2012), Gomes e Gomes (2012), Soliman (2014), Cattelan (2015), Brum (2016) e Santos (2017) as

quais permitiram a construção de métricas capazes de retornar ao usuário a real situação de cada KPI que compõem a modelagem.

Após, foi realizada a validação dos KPI e das escalas de avaliação (Seção 4.3) que é considerada uma etapa muito importante para dar confiabilidade nos resultados, segundo Hair et al. (2005) validade é o ponto até onde um construto mede o que deve medir, e existem três tipos: validade de conteúdo, de constructo e de critério. Para garantir a validade, o autor sugere consultar uma pequena amostra de respondentes típicos ou especialistas. Para Saaty (1991) a validação de um sistema hierárquico pode ser realizada por meio de especialistas na área. Sendo assim, essa foi a ação desenvolvida nesse estudo para validar a modelagem de mensuração do desempenho competitivo. Os KPI e as escalas de avaliação propostos foram validados por especialistas dos grupos de pesquisa NIC e Grupo de Eletrônica de Potência e Controle (GEPOC).

Dessa forma, obteve-se o instrumento de coleta de dados, que além de possibilitar a mensuração o desempenho, buscou a caracterização dos atores participantes da pesquisa. A descrição da construção do instrumento de coleta consta na Seção 4.4 e o instrumento completo no Apêndice A deste trabalho.

O estudo fez uso de um questionário estruturado, constituído por uma série de perguntas, que devem ser respondidas pelo pesquisado sem interferência do pesquisador (TRIVIÑOS, 2008). Inicialmente foram abordadas sete questões abertas relacionadas ao perfil dos atores. Na sequência, o instrumento contou com 58 questões ligadas ao desempenho do sujeito pesquisado em ações que levam a competitividade (relacionadas aos KPI). Cada uma dessas questões contou com um questionamento adicional sobre a importância de cada KPI, a partir da opinião de cada ator pesquisado. Logo, foram respondidas 116 questões em uma escala do tipo *Likert* de 5 pontos que, segundo Dalmoro e Vieira (2014), confere um nível de confiabilidade adequado às respostas e se ajusta aos respondentes com diferentes níveis de habilidade. O instrumento foi elaborado na plataforma *Google Forms* a fim de garantir a agilidade no envio e preenchimento dos formulários, bem como a economia de recursos.

Para finalizar essa etapa foram descritos na Seção 4.5, os cálculos necessários à obtenção do desempenho.

Sendo assim, foi possível realizar a aplicação da modelagem (Capítulo 5), onde iniciou-se a terceira etapa metodológica, a partir da coleta de dados e descrição do perfil dos sujeitos de pesquisa (Seção 5.1). Para tanto, mensagens via *e-mail*, *Facebook* e *WhatsApp* foram encaminhadas aos atores pertencentes aos grupos do ecossistema de inovação

fotovoltaico, contendo o *link* de acesso ao instrumento e a Carta de Apresentação (Anexo A) no modelo desenvolvido pelo NIC.

Em posse do retorno, com as respostas de cada ator pesquisado buscou-se o apoio, em *software*, do editor de planilhas *Microsoft Office Excel*[®] para o registro e análise dos dados. Logo, foram descritas as características relacionadas ao perfil dos sujeitos, e após foi possível mensurar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica (Seção 5.2).

Para realizar a mensuração, em um primeiro momento trabalhou-se com os dados referentes as importâncias, tanto dos KPI como dos FCS e PVF a partir da sequência *bottom-up*. Dessa forma, a partir do método *Swing Weights* (GOMES; GOMES, 2012), em que cada nível da estrutura hierárquica apresenta a soma normalizada em 100%, realizou-se uma série de cálculos, necessária à obtenção das taxas de substituição para que o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação fotovoltaico pudesse ser mensurado, por meio de uma equação de agregação aditiva. O compilado das metodologias utilizadas nesse estudo, permitiu o teste da modelagem que resultou no desempenho global de cada ator, grupo de atores e, também, em um panorama do ecossistema avaliado.

Com a finalidade de atender o sétimo objetivo específico, foi desenvolvida uma ferramenta computacional (Seção 5.3) a partir do editor de planilhas *Microsoft Office Excel*[®] e da linguagem de programação *Visual Basic for Applications*[®] (VBA). Tal ferramenta constitui-se em uma estrutura de apoio que permite que os dados sejam obtidos, compilados, classificados, analisados, interpretados e disseminados e, além disso, facilita a revisão e atualização do resultado do desempenho dos KPI, contribuindo para a flexibilidade e dinamismo do sistema, conforme sugerem Nelly (2004), Niven (2006) e Striteska; Zapletal e Jelinkova (2018).

A última e quarta etapa do desenvolvimento metodológico, refere-se as conclusões do estudo (Capítulo 6), a partir das considerações finais (Seção 6.1) que contemplam o atingimento dos objetivos propostos, e também, das limitações da pesquisa (Seção 6.2) e das perspectivas de estudos futuros (Seção 6.3). Na sequência, o capítulo da metodologia apresenta o mapeamento do ecossistema de inovação fotovoltaico e encerra com a matriz de amarração da pesquisa na Seção 3.4.

3.3 MAPEAMENTO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO FOTOVOLTAICO

Conforme descrito na Seção 2.1 desse estudo, os sistemas fotovoltaicos são classificados de acordo à forma como é feita a geração ou entrega da energia elétrica, em sistemas isolados e sistemas conectados à rede. Como apenas 1,7% do total da demanda de energia elétrica no Brasil é atendida por sistemas isolados (não conectados ao SIN), e estes estão localizados principalmente na região amazônica (PEREIRA et al., 2017), logo o mapeamento do ecossistema de inovação dessa pesquisa foi realizado a partir dos sistemas conectados à rede elétrica.

Os SFCR são sistemas ligados à rede de distribuição de energia convencional, podendo ser sistemas de geração centralizada de grande porte (Usinas Fotovoltaicas) ou então, sistemas de geração distribuída por meio de geradores descentralizados de pequeno porte (residencial; comercial; industrial; rural; iluminação, serviço ou poder público) (URBANETZ JUNIOR; CASAGRANDE JUNIOR, 2012).

Deve-se considerar que a inserção de sistemas de geração centralizada na matriz energética brasileira, dependem fortemente de fatores sistêmicos, por meio da contratação de seus projetos através dos leilões de energia (EPE, 2014). Visto que esse estudo propõe uma modelagem capaz de medir e avaliar o nível de competitividade dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial, optou-se por considerar o ecossistema a partir da modalidade de geração distribuída. A geração distribuída normalmente ocorre a partir de fontes de energia localizadas próximas aos centros de consumo e são classificadas quanto à potência instalada, em microgeração e minigeração distribuída de energia.

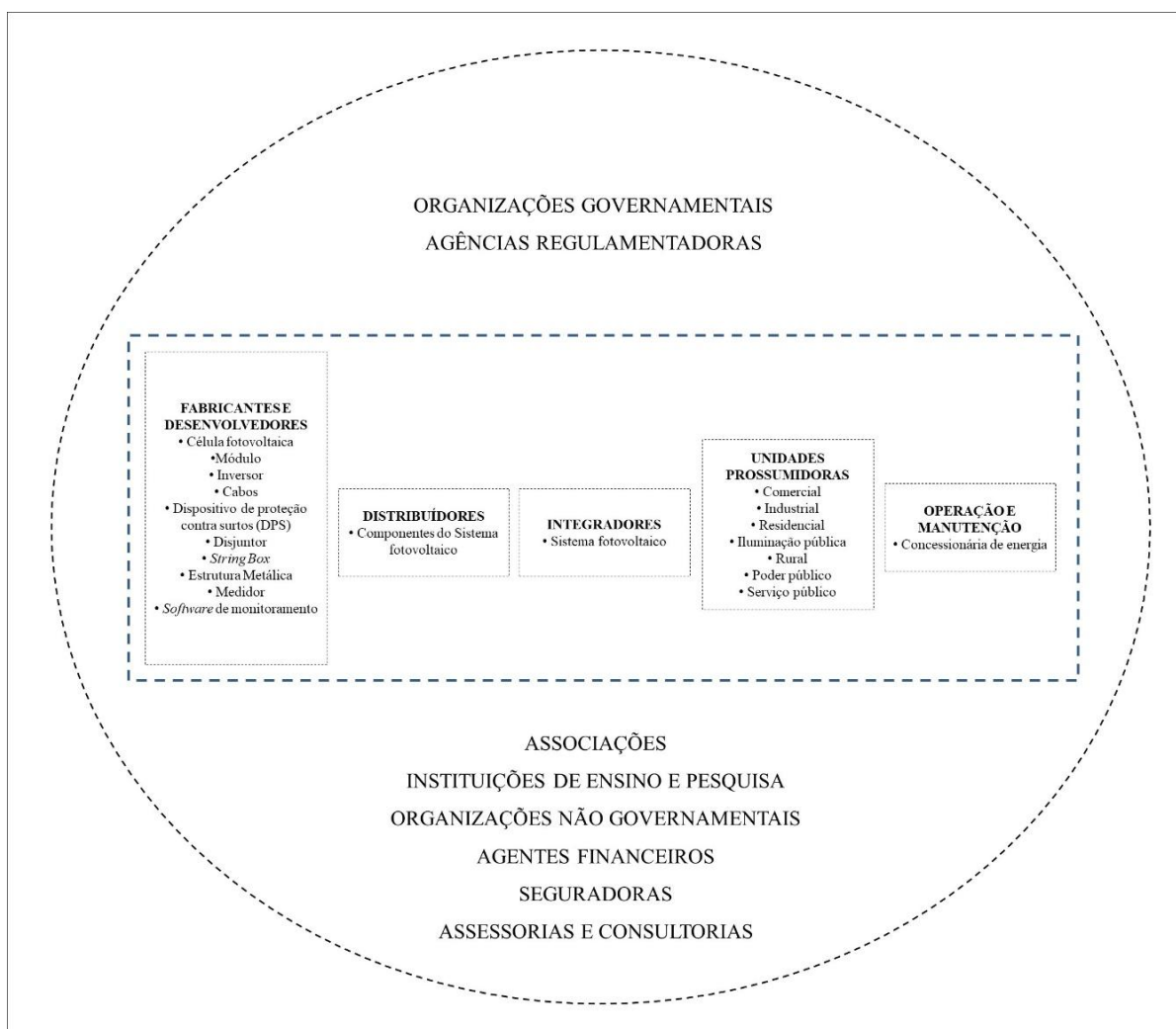
No Brasil, a potência total instalada em geração distribuída fotovoltaica é igual a 301.895,92 kW. A partir desse dado, obtido em março de 2018 (ANEEL, 2018), logo torna-se possível verificar a representatividade da fonte fotovoltaica, que alcança um percentual de 74,19% da potência em geração distribuída.

A partir do exposto, tornou-se possível mapear o ecossistema fotovoltaico estudado nesta Tese. A Figura 19 é resultado das análises de estudos desenvolvidos por Coutinho e Ferraz (2002), Letaifa (2014) e Adner (2016).

A ilustração revela a busca por competitividade por meio da interação em três níveis, empresarial, estrutural e sistêmico a partir da proposta de Coutinho e Ferraz (2002). Bem como, também parte do pressuposto estabelecido por Letaifa (2014) no que diz respeito à geração de valor através do modelo de ecossistemas de negócio. Nessa perspectiva, Adner

(2016) assegura que essa relação de características complexas e dinâmicas pode resultar em importantes vantagens, ao envolver um conjunto de atores que busca competitividade a partir da inovação unindo esforços individuais em um ecossistema.

Figura 19 – Ecossistema de inovação fotovoltaico em geração distribuída de energia



Fonte: Elaborada com base em Coutinho e Ferraz (2002), Letaifa (2014), Adner (2016), Pereira et al. (2017), ANEEL (2018), ABSOLAR (2018) e MME (2017).

Tal modelo de ecossistema de inovação é resultante da compilação dos estudos realizados pelos autores citados no que tange os conceitos competitividade, inovação e ecossistema, e foi adaptado à realidade da cadeia de valor em geração distribuída fotovoltaica, apresentada por Pereira et al. (2017), ANEEL (2018), ABSOLAR (2018) e MME (2017).

Na figura 19 foi possível observar a interação entre 13 grupos de atores no ecossistema mapeado, são eles: Organizações Governamentais; Agências Reguladoras; Fabricantes e Desenvolvedores; Distribuidores; Integradores; Unidades Prossumidoras; Concessionárias que realizam a Operação e Manutenção da rede elétrica; Associações; Instituições de Ensino e Pesquisa; Organizações não Governamentais (ONG); Agentes Financeiros; Seguradoras e; Assessorias e Consultorias.

Observa-se que as “Unidades Prossumidoras”, remetem a definição de Unidades Consumidoras pela ANEEL, a qual foi abordada no decorrer da fundamentação teórica deste estudo. A partir do mapeamento, optou-se por chama-las de Unidades Prossumidoras, visto que no contexto do ecossistema de inovação, esse termo se adequa com maior representatividade no que tange a atuação das mesmas.

De acordo com Bassani (2019), a complexa relação entre fornecedor e consumidor de energia elétrica mediante o sistema de geração distribuída pode ser ilustrada por meio do seguinte fluxo contratual: a relação de fornecimento e consumo é a base para que o consumidor, num segundo momento, após a instalação dos equipamentos de geração que em regra utilizem fontes renováveis, possa enviar à rede da concessionária de energia o seu excedente da eletricidade. Logo, o mesmo consumidor torna-se portanto, prossumidor, considerando que produzem e consomem a energia fotovoltaica gerada.

Sendo assim, a representação desse ecossistema de inovação serviu como base para a delimitação dos sujeitos de pesquisa investigados neste estudo.

3.3.1 Delimitação dos sujeitos da pesquisa

A delimitação dos sujeitos da pesquisa tornou-se possível a partir do mapeamento do ecossistema de inovação fotovoltaico. Juntamente a definição da região de atuação dos atores que compõem tal ecossistema.

A região sul do Brasil foi definida para investigação nesse estudo, em específico, a pesquisa buscou questionar os sujeitos atuantes na Região Sul do Brasil. Isso não descarta que os atores estejam instalados fisicamente em outros estados, mas sim, que atuem fortemente no RS. Tal definição considerou a alta representatividade dessa região em geração distribuída fotovoltaica, universo delimitado nessa pesquisa. O Rio Grande do Sul é o segundo Estado com maior geração distribuída fotovoltaica (31.792,07 kW), Paraná é o quinto (12.490,56 kW) e Santa Catarina ocupa a sexta colocação (12.352,18 kW). Esses três estados somam uma potência de 56.634,81 kW, o que faz da região sul, a segunda região que mais contribui na

matriz energética brasileira através desse tipo de geração de energia, ficando atrás apenas da região sudeste que contribui com uma potência de 96.492,19 kW (ANEEL, 2018).

Além disso, a delimitação dos sujeitos da pesquisa levou em consideração o acesso e conveniência pelo pesquisador, garantindo a mensuração do desempenho competitivo de atores pertencentes a sete grupos do ecossistema de inovação fotovoltaico, são eles: (1) Fabricantes e Desenvolvedores; (2) Distribuidores; (3) Integradores; (4) Unidades Prosumidoras; (5) Concessionárias de Energia – Operação e Manutenção; (6) Associações e; (7) Instituições de Ensino e Pesquisa.

3.4 MATRIZ DE AMARRAÇÃO

Este capítulo metodológico se encerra com a apresentação da matriz de amarração da pesquisa. A Figura 20 mostra uma adaptação da matriz idealizada por Mazzon (1981) para o contexto desse estudo. Tal instrumento objetiva a análise da aderência e da compatibilidade entre modelo de pesquisa, objetivos, hipóteses e técnicas de análise planejadas para o tratamento dos dados. A partir da proposição deste autor, o estudo “A efetividade da matriz de amarração de Mazzon nas pesquisas em Administração”, de Telles (2001) buscou analisar os resultados de trabalhos de mestrado e de doutorado norteados pelo modelo de Mazzon (1981), contribuindo com análises sobre a efetividade da matriz de amarração.

Figura 20 – Matriz de amarração da pesquisa

Problema de pesquisa	Objetivo geral	Objetivos Específicos	Fundamentação Teórica	Metodologia	Unidades de Análise	Coleta dos Dados	Análise dos Dados	Título do Trabalho
Como mensurar e avaliar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação no setor de energia solar fotovoltaica?	Propor uma modelagem capaz de medir e avaliar o nível de competitividade dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial.	a) Descrever as características do setor de energia solar fotovoltaica.	- Energia Solar Fotovoltaica	- Consulta a documentos oficiais do setor e materiais científicos - Desenvolvimento da pesquisa bibliométrica a partir das palavras-chave	Sujeitos da Pesquisa: atores do ecossistema de inovação fotovoltaico que aceitaram participar da pesquisa. - Fabricantes e desenvolvedores - Distribuidores - Integradores - Unidades Prossumidoras - Operação e Manutenção - Associações - Instituições de Ensino e Pesquisa	Questionário estruturado a partir da modelagem (PVF, FCS e KPI) . O instrumento de coleta de dados foi construído na plataforma <i>Google Forms</i> e enviado por <i>e-mail, Facebook e WhatsApp</i> junto da Carta de Apresentação.	Métodos e técnicas da modelagem proposta: Sistema de Mensuração de Desempenho a partir do método <i>Key Performance Indicators</i> , utilizando elementos da Análise Hierárquica de Processos em uma abordagem multicriterial.	Desempenho do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica
		b) Mapear os atores do ecossistema de inovação fotovoltaico para delimitar os sujeitos da pesquisa.	- Energia Solar Fotovoltaica - Ecossistema de Inovação					
		c) Identificar os fatores mais relevantes para o desempenho competitivo nos âmbitos estrutural e empresarial, a partir do ecossistema de inovação do setor e desenvolver um sistema de indicadores.	- Energia Solar Fotovoltaica - Ecossistema de Inovação - Competitividade - Sistemas de Mensuração de Desempenho - Elementos Multicritério de apoio à decisão	Construção de uma modelagem a partir do método KPI e da abordagem multicritério de apoio à decisão (PVF, FCS e KPI). Teste a partir de um estudo multicase				
		d) Construir e testar uma modelagem capaz de refletir a situação competitiva dos atores do ecossistema com base nos fatores identificados.						
		e) Desenvolver uma ferramenta capaz de facilitar a implementação da modelagem		Desenvolvimento de uma ferramenta computacional				

Fonte: Adaptada de Mazzon (1981).

Torna-se possível observar que a matriz de amarração demonstra uma síntese geral de toda a pesquisa, onde nas primeiras colunas foram descritos o problema e os objetivos da Tese. Para o atendimento desses objetivos foi necessário fazer uma revisão da literatura demonstradas coluna sequencial por meio de todos os eixos temáticos que fundamentaram esse estudo, seguidas dos procedimentos metodológicos utilizados. As demais colunas referem-se à unidade de análise, por meio da definição dos sujeitos de pesquisa; ao instrumento de coleta de dados e respectiva forma de análise. Por fim verifica-se a compatibilidade do título com o desenvolvimento do trabalho. O próximo capítulo traz a descrição da construção da modelagem.

4 CONSTRUÇÃO DA MODELAGEM

Esse capítulo aborda os elementos e procedimentos necessários para a consolidação da modelagem de mensuração do desempenho dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica. Logo, essa construção foi dividida em cinco partes: construção da árvore de decisão; construção dos KPI e escalas de avaliação; validação dos KPI e escalas de avaliação; construção do instrumento de coleta de dados e; descrição dos cálculos necessários à obtenção do desempenho, etapas essas, propostas pela abordagem AHP.

4.1 CONSTRUÇÃO DA ÁRVORE DE DECISÃO

Ao considerar a carência de evidências na literatura a respeito da configuração para o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação fotovoltaico, em um primeiro momento, a consolidação da estrutura hierárquica envolveu a pesquisa nas bases de dados científicas que fundamentaram a construção da bibliometria e referencial teórico desse estudo. O material consultado forneceu os *insights* necessários para a formulação dos PVF, FCS e KPI da modelagem.

Os PVF levam diretamente ao resultado do desempenho competitivo, e, a partir deles foram identificados os FCS, por meio dos quais obteve-se os KPI utilizados como ferramenta para mensurar tal desempenho. Os princípios que sustentam o papel e o valor das interações e relacionamentos dentro do ecossistema de inovação podem ser descritos a partir dos conceitos de Capital Humano, Capital de Relacionamento e Capital Estrutural (JACKSON, 2011; THOMAS; WALBURN, 2014; ADAMS; OLESAK, 2010; CASSOL, 2016).

A partir dessa lógica, os Quadros 9, 10 e 11, que seguem, foram organizados sob a ótica desses três pontos de vista fundamentais: Capital Humano (PVF 1), Capital de Relacionamento (PVF 2) e Capital Estrutural (PVF 3), respectivamente, cada um com seus desdobramentos em FCS e KPI.

Quadro 9 – FCS e KPI relacionados ao PVF 1

1 CAPITAL HUMANO		
FCS		KPI
1.1	Educação	1.1.1 Formação acadêmica
		1.1.2 Formação internacional na área
1.2	Conhecimento	1.2.1 Conhecimento informal
		1.2.2 Conhecimento técnico
1.3	Aprendizado	1.3.1 Capacitação em inovação
		1.3.2 Capacitação em tecnologias associadas ao setor de energia
1.4	Atualização	1.4.1 Atualização sobre tendências tecnológicas
		1.4.2 Atualização sobre tarifação de energia
		1.4.3 Participação em eventos tecnológicos
1.5	Experiência	1.5.1 Experiências anteriores
		1.5.2 Tempo de experiência
1.6	Cultura	1.6.1 Cultura de desenvolvimento sustentável
		1.6.2 Consciência sobre uso racional de energia
1.7	Expertise	1.7.1 Referência em inovação
		1.7.2 Referência em geração de energia fotovoltaica
1.8	Predisposição à inovação	1.8.1 Inclinação à criatividade
		1.8.2 Inclinação à inovação
1.9	Proatividade	1.9.1 Postura proativa para o setor
		1.9.2 Postura proativa para o negócio
1.10	Envolvimento com o projeto	1.10.1 Envolvimento com o projeto fotovoltaico
1.11	Satisfação	1.11.1 Reconhecimento dos resultados inovadores
		1.11.2 Satisfação com resultados econômicos
		1.11.3 Satisfação com resultados sociais
		1.11.4 Satisfação com resultados ambientais
1.12	Motivação	1.12.1 Motivação ao investimento
1.13	Riscos	1.13.1 Capacidade de assumir riscos

Fonte: Elaborado com base em Coutinho e Ferraz (2002), Adams e Olesak (2010), Jackson (2011), Thomas e Walburn (2014), Letaifa (2014), Cassol (2016), Adner (2016), Rosa, Siluk e Michels (2016), Pereira et al. (2017), MME (2017), ANEEL (2018), ABSOLAR (2018), Kolloch e Dellermann (2018), Rosa et al. (2018), Dos Santos e Zattar (2019), Kaczam (2019), Garlet et al. (2019), Arroyo e Carrete (2019), Rigo et al. (2019), Dos Santos Cartens e Da Cunha (2019), Silva et al. (2019) e Borghesi e Milano (2019).

Para o PVF 1, Capital Humano, as interações referem-se às competências, às experiências e ao conhecimento dos indivíduos. O Quadro 10 apresenta indicadores relacionados ao PVF 2.

Quadro 10 – FCS e KPI relacionados ao PVF 2

2 CAPITAL DE RELACIONAMENTO		
FCS		KPI
2.1	Fornecedores	2.1.1 Relação com os fornecedores
2.2	Clientes	2.2.1 Relação com os clientes
2.3	Concessionárias de energia	2.3.1 Relação com concessionárias de energia
2.4	Concorrentes	2.4.1 Relação com os concorrentes
		2.4.2 <i>Benchmarking</i>
2.5	Instituições de ensino e pesquisa	2.5.1 Relação com instituições de ensino e pesquisa
2.6	Entidades setoriais	2.6.1 Relação com entidades setoriais
		2.6.2 Filiação às entidades setoriais
2.7	Organizações governamentais	2.7.1 Relação com agências regulamentadoras
2.8	Organizações não governamentais	2.8.1 Relação com organizações não governamentais
2.9	Órgãos ambientais	2.9.1 Relação com órgãos ambientais
2.10	Política	2.10.1 Relações políticas
2.11	Agentes Financeiros	2.11.1 Relação com agentes financiadores
2.12	Seguradoras	2.12.1 Relação com seguradoras
2.13	Assessoria e consultoria	2.13.1 Relação com assessorias e consultorias do setor
2.14	<i>Networking</i>	2.14.1 Acompanhamento de conteúdo
		2.14.2 Compartilhamento de conteúdo
		2.14.3 Elaboração e divulgação de conteúdo
2.15	Cidades	2.15.1 Existência de políticas sustentáveis na cidade de instalação
		2.15.2 Existência de eficiência energética em prédios públicos
2.16	Mercado	2.16.1 Relação com o mercado fotovoltaico nacional
		2.16.2 Relação com o mercado fotovoltaico internacional
2.17	Certificação	2.17.1 Certificação ambiental e de qualidade

Fonte: Elaborado com base em Coutinho e Ferraz (2002), Adams e Olesak (2010), Jackson (2011), Thomas e Walburn (2014), Letaifa (2014), Shaughnessy (2014), Rong et al. (2015), Cassol (2016), Adner (2016), Rosa, Siluk e Michels (2016), Pereira et al. (2017), Walrave et al. (2017), Russo-Spena, Tregua e Bifulco (2017), Camarinha-Matos et al. (2017), Surie (2017), Fulgencio (2017), MME (2017), ANEEL (2018), ABSOLAR (2018), Kolloch e Dellermann (2018), Kaczam (2019), Rosa et al. (2018), Garlet et al. (2019), Arroyo e Carrete (2019).

O Capital de Relacionamento (PVF 2), também é chamado de Capital Relacional, e é formado pelas relações entre os diversos *stakeholders*, como clientes, fornecedores, parceiros tecnológicos, investidores e órgãos públicos e ambientais, entre outros. Portanto, os critérios agrupados nesse PVF são responsáveis pela valorização e incentivo às alianças estratégicas para ampliar a competitividade em um ambiente ecossistêmico. Logo, um ator isolado possui menores chances de alcançar sucesso competitivo a partir da inovação. A partir dessa perspectiva, entende-se que esses relacionamentos, individuais ou institucionais, possuem valor e devem ser gerenciados. Na sequência, o Quadro 11 determina os Indicadores relacionados ao PVF 3.

Quadro 11 – FCS e KPI relacionados ao PVF 3

3 CAPITAL ESTRUTURAL		
FCS		KPI
3.1	Regulamentação	3.1.1 Conhecimento da regulamentação
3.2	Qualidade dos equipamentos	3.2.1 Referências sobre qualidade técnica
3.3	Manutenção	3.3.1 Acompanhamento e registro de manutenções
3.4	Monitoramento	3.4.1 Monitoramento do estado de uso
3.5	Tecnologia de Informação e Comunicação	3.5.1 Comunicação com os demais atores do setor
		3.5.2 Utilização de aplicativos para gestão da energia
3.6	Localização geográfica	3.6.1 Proximidade com instalações de unidades prosumidoras
		3.6.2 Proximidade com instalações de empresas do setor
		3.6.3 Atuação de empresas do setor na região

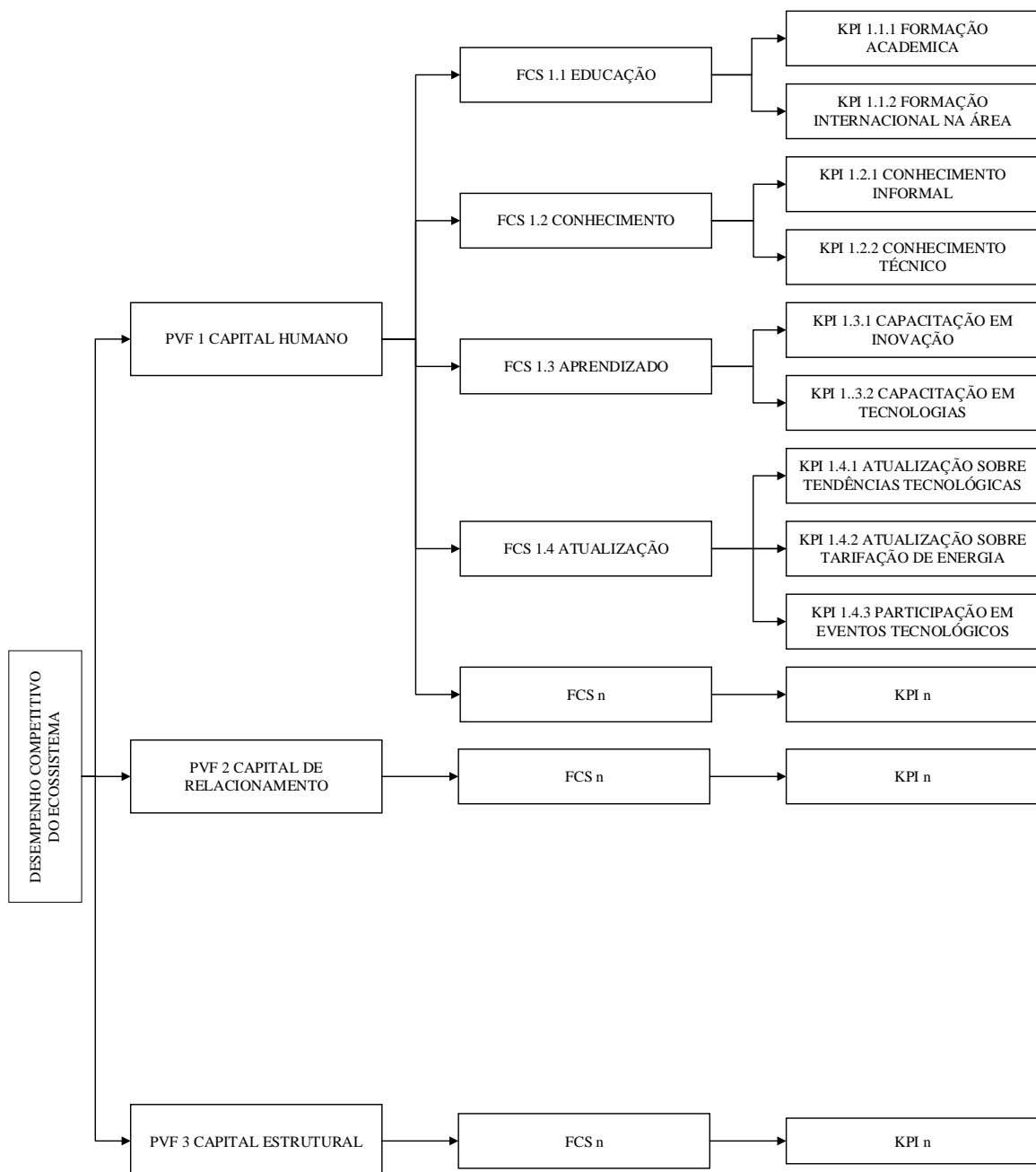
Fonte: Elaborado com base em Coutinho e Ferraz (2002), Adams e Olesak (2010), Jackson (2011), Thomas e Walburn (2014), Letaifa (2014), Cassol (2016), Adner (2016), Rosa, Siluk e Michels (2016), Lacerda e Van Den Berg (2016), Pereira et al. (2017), MME (2017), Surie (2017), ANEEL (2018), ABSOLAR (2018), Kolloch e Dellermann (2018), Rosa et al. (2018), Padmanathan et al. (2018), Garlet et al. (2019), Dos Santos Cartens e Da Cunha (2019), Arroyo e Carrete (2019), Rigo et al. (2019) e Silva et al. (2019).

O capital estrutural pode ser definido como um conjunto de processos, sistemas, modelos, rotinas e sistemas de informática, que permitem funcionalidade aos procesos. É composto pelos itens que passam a ser de propriedade dos atores em um acossistema, representados por seus ativos intangíveis explícitos. Quando o conhecimento tácito de um indivíduo é capturado e armazenado passa a fazer parte do Capital Estrutural. Assim, identifica-se que este é formado por tecnologia, dados, arquivos, repositórios de

conhecimento, publicações, processos e programas que registram o conhecimento da organização.

A partir da análise dos Quadros 9, 10 e 11, é possível identificar as relações entre os níveis hierárquicos. No primeiro nível estão alocados os três PVF, enquanto no segundo nível encontram-se o desdobramento em 36 FCS, que deram origem aos 58 KPI que integram a modelagem, distribuídos no terceiro nível. Na Figura 21 é possível visualizar tal interação.

Figura 21 – Estrutura hierárquica para avaliação da competitividade



Nota-se que a Figura 21 apresenta apenas a esquematização em que foram agrupados os três níveis da árvore de decisão, contemplando apenas alguns dos fatores determinados nessa modelagem de mensuração como forma de exemplificação. O arranjo disposto nessa ilustração justifica-se pelo elevado número de KPI apresentados nos Quadros 9, 10 e 11, que dificulta a visualização, na Figura 21, de toda a hierarquia considerada na modelagem.

A partir da estrutura exposta, é possível perceber que o objetivo é a mensuração e avaliação do desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica, objetivo geral desse estudo. Então, a árvore iniciou pelo objeto de mensuração, desempenho competitivo, que foi avaliada permeando as dimensões (PVF), características dos atores (FCS) e finalizando nas ações desenvolvidas pelos mesmos (KPI).

4.2 CONSTRUÇÃO DOS KPI E ESCALAS DE AVALIAÇÃO

A partir da definição da estrutura hierárquica, iniciou-se a construção dos KPI e escalas de avaliação. Para tanto, o primeiro passo consistiu em descrever cada KPI, a fim de delimitar de forma precisa o escopo a que se refere cada questionamento, evitando assim, interpretações dúbias que poderiam ser geradas pelos respondentes da pesquisa.

O segundo passo foi desdobrar cada FCS em cinco possíveis níveis de resposta (N1, N2, N3, N4 e N5), onde em cada caso o nível “N1” correspondeu à situação mais favorável para a competitividade, enquanto o nível “N5” foi considerado como a pior situação possível para a competitividade. O ponto médio “N3”, por sua vez, referiu-se ao desempenho médio geral. Assim, quando um ator atinge “N1” em um KPI, o mesmo estará em um patamar elevado no que diz respeito ao seu desempenho competitivo, para a respectiva métrica. No outro extremo, ao atingir “N5”, o desempenho competitivo estará comprometido sob a ótica daquele KPI.

Para a construção das escalas de avaliação, foram usados os métodos de pontuação direta (ENSSLIN et al., 2001; GOMES; GOMES, 2012). No caso de variáveis discretas, a pontuação direta permite ao construtor da modelagem atribuir os escores de forma empírica, conforme seu juízo de valores. Logo, esse método possibilita a concepção de funções lineares para os KPI, o que permitiu a rápida agregação e comparação dos resultados obtidos.

Com o objetivo de se construir indicadores normalizados para a mesma escala, o que permite a rápida comparação e a agregação dos mesmos, foram propostos para todos os indicadores funções lineares com pontuação entre 0 e 100, ou seja, as escalas de avaliação foram distribuídas em um intervalo entre 0% e 100%. Assim, o nível mais baixo do

desempenho competitivo (N5), em cada KPI, recebeu o valor mínimo de 0%, enquanto para o nível mais alto (N1) foi atribuído o valor máximo de 100%, e para os níveis intermediários, foram atribuídas pontuações proporcionais.

A Figura 22 apresenta um exemplo de KPI construído. Os demais seguiram exatamente a mesma estrutura, onde todos os indicadores foram compostos de índice de localização da sua posição na árvore de decisão, nome, descrição e cinco alternativas de resposta, que correspondem aos cinco níveis de avaliação.

Figura 22 – KPI 1.1.1

1.1.1 (Formação acadêmica). Qual é o grau de formação acadêmica que você possui?

N1, 100% Doutorado ou pós-doutorado
 N2, 75% Especialização ou mestrado
 N3, 50% Graduação
 N4, 25% Ensino Fundamental ou Médio
 N5, 0% Não possuo formação acadêmica

Importância do KPI 1.1.1:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Adicionalmente, os respondentes foram questionados quanto ao nível de importância a ser atribuído para cada um dos KPI levantados. Assim, aproximou-se com maior acurácia ao contexto, por não tratar todas as métricas com a mesma importância, além de permitir a estratificação dos valores obtidos, em mais relevantes e menos relevantes. Para isso, uma escala foi construída, com base na escala *likert* de 5 pontos, em que 1 representa “nada importante” e 5 representa “muito importante”.

4.3 VALIDAÇÃO DOS KPI E ESCALAS DE AVALIAÇÃO

Com o objetivo elevar a confiabilidade da modelagem através da análise crítica por um decisor neutro que possua conhecimento sistêmico da área, foi realizada a validação dos KPI e escalas de avaliação estabelecidos nesse estudo. Sob essa lógica, a proposição da

modelagem contou com o apoio de especialistas no que tange a temática desse estudo. Os KPI e escalas de avaliação foram validados por professores dos grupos de pesquisa NIC e GEPOC, ambos da UFSM.

Para tal, o material prévio, contemplando os detalhes da pesquisa e a proposta de KPI e escalas de avaliação, foi encaminhado aos professores dos grupos, que possuem vasto conhecimento na área de modelagem matemática, sistema de mensuração de desempenho e ecossistema de inovação fotovoltaico. A validação viabilizou a construção do instrumento de coleta de dados.

4.4 CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Essa construção faz parte das etapas sugeridas pelo método AHP (SAATY, 1991). O instrumento (Apêndice A) foi capaz de coletar as informações necessárias para a alimentação da modelagem, e assim gerar os resultados esperados.

Para isso, o instrumento contou com três seções. Na primeira foram apresentados os dados de identificação da pesquisa e do pesquisador, junto a uma síntese capaz esclarecer aos respondentes o objetivo do estudo. Nessa seção também foi feito um questionamento sobre a autorização do respondente para o uso dos dados obtidos para fins acadêmicos.

A segunda seção contou com sete questões referentes ao perfil dos respondentes. Já a terceira seção foi composta de questões fechadas de múltipla escolha para cada um dos 58 KPI, onde as alternativas de repostas estão relacionadas com os níveis de avaliação e a escala construída. Cada uma dessas questões contou com um questionamento adicional sobre a importância de cada KPI, a partir da opinião de cada ator pesquisado. Logo, foram respondidas 116 questões em uma escala adaptada à metodologia AHP, do tipo *Likert* de 5 pontos.

Nesse sentido, os cálculos das taxas de substituição permitiram criar um *ranking* de importância entre os KPI. Desta forma, foi possível avaliar e comparar o desempenho competitivo dos atores participantes da pesquisa, uma vez que o instrumento permitiu a coleta padronizada dos dados através da plataforma *Google Forms*. A Figura 23 apresenta a tela inicial do instrumento.

Figura 23 – Instrumento de coleta de dados disponibilizado a partir da plataforma *Google Forms*

Diagnóstico do Ecossistema de Inovação do Setor de Energia Solar Fotovoltaica

Gostaria de convidá-lo a participar de uma pesquisa de caráter científico, conduzida por uma estudante de doutorado da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pertencente ao Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC) sob a orientação do Professor Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk.

O objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo capaz de medir e avaliar o nível de competitividade do ecossistema de inovação no setor de energia fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial.

Este instrumento de coleta de dados tem por objetivo mensurar o nível do desempenho competitivo do ecossistema de inovação ao qual sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, está inserida. Para isso, você irá responder o instrumento em duas partes. A primeira parte consiste na resposta de informações gerais. Na segunda parte, as perguntas devem ser respondidas de acordo com sua realidade, percepção e experiência com o setor de energia solar fotovoltaica. Após a resposta de cada questão, você também deve informar o nível de importância desse fator perante o desempenho do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica.

***Obrigatório**



Os dados coletados nesse questionário são mantidos em sigilo comercial, e serão utilizados unicamente para fins acadêmicos.
Você **AUTORIZA** o uso dos dados obtidos? *

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O desempenho foi avaliado a partir de cada KPI e também de modo global, onde os dados trouxeram os resultados que alimentaram a modelagem que objetivou responder a

problemática da pesquisa: Como mensurar e avaliar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação no setor de energia solar fotovoltaica?

Para tanto, mensagens via *e-mail*, *Facebook* e *WhatsApp* foram encaminhadas aos atores pertencentes aos grupos do ecossistema de inovação fotovoltaico, contendo o *link* de acesso ao instrumento e a Carta de Apresentação (Anexo A) no modelo desenvolvido pelo NIC.

4.5 CÁLCULOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO DESEMPENHO

Após a finalização da coleta de dados a partir do instrumento desenvolvido, efetuou-se uma sequência de cálculos, descritos nessa seção, com objetivo de obter o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação fotovoltaico.

Para atingir os objetivos propostos e construir uma modelagem prática e de fácil utilização, optou-se por utilizar o *software Microsoft Excel*[®]. Na planilha, foram divididas em abas, as distintas etapas da modelagem, desde a sua estruturação, bem como a inserção dos dados coletados para o teste, até a execução da modelagem a partir de uma ferramenta computacional desenvolvida a partir do mesmo *software*.

Entendendo a árvore de decisão, apresentada na Figura 21 do capítulo metodológico, a modelagem apresenta através dos PVF, as dimensões que sustentam o papel e o valor das interações e relacionamentos dentro do ecossistema de inovação, bem como as características presentes em cada dimensão (FCS), baseada nas ações específicos dos atores (KPI). A compilação de dados individuais relacionados aos atores e, de dados gerais no que tange o resultado do desempenho dos grupos de atores do ecossistema, foram previstas na modelagem.

Para tornar possível o teste da modelagem, foram inseridos os dados de todas as coletas na planilha. A mensuração do desempenho implica, em um primeiro momento, no cálculo das taxas de substituição local tanto dos PFV, quanto dos FCS e KPI. Os cálculos iniciaram-se a partir da base da estrutura hierárquica até o topo (sequência *bottom-up*), ou seja, iniciaram a partir da importância atribuída pelos atores para cada KPI, com o objetivo de encontrar a contribuição direta de cada KPI para o respectivo FCS e, desses para os PVF. Nessa lógica, os primeiros cálculos partem da perspectiva de cada ator investigado, quanto a relevância de cada KPI. Esses valores são chamados nesse estudo de importância.

Considerando que se trata do estudo de um ecossistema de inovação composto por sete grupos de atores que exercem influência distinta no ambiente competitivo, inicialmente,

utilizou-se a média simples das importâncias atribuídas a cada KPI, por cada ator do respectivo grupo. A partir desse resultado por grupo, foi realizada uma nova média simples dos resultados obtidos para cada KPI por grupo de atores. Sob essa lógica foi possível obter a importância obtida para os KPI ($impKPI_i$), onde $Z \exists \forall Z \in \{1,2 \dots 5\}$ e i representa o índice que identifica o KPI.

Na sequência, foi possível o cálculo das taxas de substituição local de cada KPI ($wKPI_i$). Para isso, o procedimento foi realizado a partir do cálculo da razão entre o valor de importância do KPI específico e o somatório obtido pela importância de todos os KPI pertencentes ao FCS ao qual estão atribuídos na estrutura hierárquica.

Para o cálculo da importância do FCS ($impFCS_j$) em questão, onde $Z \exists \forall Z \in \{1,2 \dots 5\}$ e j representa o índice que identifica o FCS, foi realizado o somatório da importância dos KPI, em terceiro nível da estrutura hierárquica, pertencentes a cada FCS (segundo nível). Já para o cálculo das taxas de substituição local dos FCS ($wFCS_j$), foi realizada a razão entre a importância do FCS e o somatório obtido pela importância de todos os FCS pertencentes ao PVF (primeiro nível) ao qual estão atribuídos na árvore de decisão.

Seguindo as etapas necessárias para obtenção do desempenho dos atores, propostas para a modelagem, foi calculada a importância dos PVF ($impPVF_k$), onde $Z \exists \forall Z \in \{1,2 \dots 5\}$ e k representa o índice que identifica o PVF. Esse resultado foi obtido a partir do somatório da importância dos FCS elencados no PVF. Logo, foi possível obter as taxas de substituição local dos PVF ($wPVF_k$), pela razão entre a importância do PVF e o somatório obtido pela importância de todos os FCS da modelagem.

Dessa forma, ao considerar o resultado alcançado pelo cálculo das taxas de substituição local para cada um dos três níveis hierárquicos propostos pela modelagem, tornou-se possível o cálculo das taxas de substituição global para cada KPI, necessárias para a obtenção do desempenho global de cada ator do ecossistema pesquisado. Assim, as taxas de substituição global dos KPI ($WKPI_{i,j,k}$), são resultados do produto das taxas de substituição local dos três níveis hierárquicos da árvore de decisão.

O desempenho global de cada ator (V_β) do ecossistema pesquisado foi obtido com a soma ponderada do desempenho obtido pela ação em cada KPI, sendo que a ponderação de cada KPI foi definida por sua taxa de substituição global, conforme a Equação 1. V_{i,j,k_β} indica o desempenho do ator β no KPI i do FCS j pertencente ao PVF k .

$$V_{\beta} = \sum_{i=1}^n (V_{i,j,k_{\beta}} \times WKPI_{i,j,k}) \quad (1)$$

Em posse das taxas de substituição global dos KPI, a obtenção de V_{β} também implicou na conversão das repostas coletadas dos atores sobre o desempenho de cada KPI em dados quantitativos, com base em uma escala de avaliação de cinco níveis em que as alternativas foram elaboradas. Para a construí-la, fez-se o uso do método de pontuação direta, um dos métodos numéricos mais importantes e amplamente utilizados. Para o uso desse método, foi construído, previamente, um descritor formado por um conjunto de níveis de impactos, ordenados preferencialmente, do melhor nível (100%) ao pior nível (0%).

Dessa forma, iniciou-se a etapa de mensuração do desempenho competitivo dos atores do ecossistema fotovoltaico, que compreendeu a análise dos resultados quantitativos e sua consequente conversão em parâmetros qualitativos, com base em quatro faixas de avaliação, descritas no Quadro 12.

Quadro 12 – Faixas de avaliação do desempenho competitivo

V_{β}	Descrição
0% ————— 25%	Não competitivo
25% ————— 50%	Pouco competitivo
50% ————— 75%	Potencialmente competitivo
75% ————— 100%	Plenamente competitivo

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

De acordo com o Quadro 12, um desempenho competitivo de 50% demonstra que o ator se encontra em patamares medianos, com pouca competitividade. Assim, um desempenho acima desse valor o coloca em uma situação potencialmente competitiva, em que os requisitos mínimos em direção ao desempenho competitivo são atendidos, porém ainda enfrenta instabilidade. Caso as deficiências sejam superadas, a marca de 75% pode ser ultrapassada e, nesse caso, a partir de sua alta *performance* é caracterizado como plenamente competitivo. Em uma situação oposta, com o desempenho na faixa de 0% a 25% o ator é considerado sem inovação.

Para a análise, adicionalmente foram realizadas médias simples para o desempenho dos grupos de atores avaliados nesse trabalho, por considerar que um ecossistema de inovação

é definido a partir da relação de interdependência, onde os atores são interligados por um objetivo comum em um ambiente colaborativo.

O próximo capítulo descreve os resultados obtidos com o teste da modelagem a partir da execução dos procedimentos matemáticos apresentados nessa seção.

5 APLICAÇÃO DA MODELAGEM

No presente capítulo é descrita a aplicação da modelagem por meio dos testes realizados com os atores do ecossistema. A exposição do conteúdo está distribuída em três seções: a primeira seção compreende a coleta de dados e descrição do perfil dos sujeitos da pesquisa; na segunda apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da mensuração do desempenho dos atores do ecossistema de inovação fotovoltaico e; a terceira contempla as principais funções da ferramenta computacional desenvolvida.

5.1 COLETA DE DADOS E PERFIL DOS SUJEITOS DA PESQUISA

A partir do envio do instrumento de coleta, iniciou-se a fase de teste da modelagem. A coleta de dados foi realizada no período de novembro de 2018 a janeiro de 2019. Foram enviadas mensagens via *e-mail*, *Facebook* e *WhatsApp* para pelo menos cinco atores de cada grupo definido no ecossistema de inovação abordado por esse estudo, atuantes fundamentalmente, na região Sul do Brasil.

O instrumento para identificar o desempenho competitivo dos atores, encontra-se no Apêndice A. Obteve-se, o retorno cinco Fabricantes e Desenvolvedores; dois Distribuidores; dois Integradores; seis Unidades Prossumidoras; uma empresa de Manutenção e Operação; duas Associações e; duas Instituições de Ensino e Pesquisa. Dos 17 atores pesquisados, dois, possuem mais de uma classificação quanto ao grupo ao qual pertencem, pois exercem influência através de múltiplas atividades dentro do ecossistema. Logo, foram considerados repetidamente para fins de representatividade nos diversos grupos considerados nas etapas de mensuração a partir da modelagem.

No que diz respeito às características dos Fabricantes e Desenvolvedores, no Quadro 13 estão descritos o nome para identificação de cada ator, especificidade dos itens fabricados e localização geográfica.

Quadro 13 – Fabricantes e Desenvolvedores participantes da pesquisa

Nome do Ator	Especificidade	Localização Geográfica
ABB	Fabrica inversor; Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS); disjuntor; <i>String Box</i> ; medidor e; desenvolve <i>Software</i> de Monitoramento.	Multinacional com Unidade brasileira em São Paulo – SP
ecoSolys	Fabrica Inversor; <i>String Box</i> e; desenvolve <i>Software</i> de Monitoramento.	Curitiba e Pato Branco – PR
Fockink Soluções Inovadoras	Fabrica Estrutura Metálica	Panambi – RS
Sonnen Energia Ltda.	Fabrica <i>String Box</i> ; Estrutura Metálica; e; desenvolve <i>Software</i> de Monitoramento.	Santa Maria – RS e Blumenau – SC
WEG S.A. – Headquarters	Fabrica Módulo; Inversor; Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS); Disjuntor; Estrutura Metálica; Medidor e; desenvolve <i>Software</i> de Monitoramento.	Jaguará do Sul – SC

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O Quadro 14 apresenta as características dos Distribuidores que participaram da pesquisa. Estão descritos o nome para identificação de cada ator, especificidade do catálogo de distribuição e sua localização geográfica.

Quadro 14 – Distribuidores participantes da pesquisa

Nome do Ator	Especificidade	Localização Geográfica
Renovigi Energia Solar	Distribui Painéis Solares; Inversores; Acessórios e; Estruturas de Fixação.	Multinacional com Unidade brasileira em São Paulo – SP
Sonnen Energia Ltda.	Distribui Estrutura Metálica; Peças e; Acessórios.	Santa Maria – RS e Blumenau – SC

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

No que tange as empresas Integradoras do Sistema Fotovoltaico, os sujeitos que participaram desse estudo foram a Fockink Soluções Inovadoras e a Sonnen Energia Ltda., as quais foram caracterizadas no Quadro 13. Os Integradores realizam a intermediação do fornecimento do *kit* fotovoltaico com o fornecedor, desenvolvem o serviço do projeto, realizam a instalação fotovoltaica e intermediam a conexão à rede de energia elétrica.

Para todos os descritos, as respostas foram obtidas a partir da participação de decisores, atuantes em cargos de nível de supervisão, gerência ou presidência das empresas Fabricantes e Desenvolvedoras, Distribuidoras e Integradoras.

O Quadro 15 apresenta as características das Unidades Prossumidoras. Estão descritos o nome para identificação de cada ator, classe de consumo, potência instalada (kW) e localização geográfica da sua instalação fotovoltaica. Os participantes da pesquisa, nesse caso, foram os proprietários da instalação.

Quadro 15 – Unidades Prossumidoras participantes da pesquisa

Nome do Ator	Classe de Consumo	Modalidade	Potência Instalada (kW)	Localização Geográfica
Altamir Mateos Braido	Comercial – Altamir Mateos Braido & Cia Ltda	Geração na própria UC	12,5	Santa Maria – RS
Flaviano Steuernagel	Comercial – Master Bom Supermercado	Geração na própria UC	12,0	Agudo – RS
Jocelino dos Santos Azeredo	Comercial – Supermercado Azeredo	Geração na própria UC	32,00	Santa Maria – RS
Fernando Paim	Comercial – Niva A. F. Paim & Filhos Ltda.	Geração na própria UC	17,28	Santa Maria – RS
Vitor Hugo Soares Moreira	Comercial – VHS Moreira & CIA Ltda	Geração na própria UC	5,00	Santa Maria – RS
Waldir Fraga Cardoso	Residencial	Geração na própria UC	2,55	Santa Maria – RS

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Quanto a Operação e Manutenção, a concessionária de energia que participou da pesquisa foi a Rio Grande Energia (RGE). Responsável por distribuir 65% da energia elétrica consumida no Rio Grande do Sul e atender 2,86 milhões de clientes residenciais, industriais e comerciais em 381 municípios gaúchos, a RGE é hoje a maior distribuidora da CPFL Energia em extensão territorial e número de cidades atendidas. A área de concessão da companhia, que é resultado do agrupamento das distribuidoras RGE e RGE Sul, realizado em janeiro de 2019, totaliza 189 mil km² de extensão, abrangendo as áreas urbanas e rurais das regiões Metropolitana, Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Estado. Neste caso o respondente do instrumento de coleta foi o consultor de negócios Cléber Vinícius de Freitas, que atua na Gerência de Relacionamento com Poder Público da RGE, tratando do processo de

implantação de novos empreendimentos, tais como: usinas hidrelétricas, biomassa, eólicas, fotovoltaicas, sistemas de micro e minigeração em geração distribuída e, conexões de novas Subestações Particulares. Também realiza o relacionamento entre a RGE e todas as permissionárias e concessionárias dispostas dentro da área de concessão da distribuidora, bem como com os agentes geradores (usinas) conectadas nas redes de distribuição da RGE.

As Associações que contribuíram com o presente estudo foram a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) e a Associação Gaúcha de Energia Solar (AGESOLAR). Os respondentes foram os seus presidentes, em exercício no período da coleta de dados, Rodrigo Lopes Sauaia e Rodrigo Pereira Corrêa, respectivamente.

Fundada em 2013, a ABSOLAR é uma pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos que congrega empresas de toda a cadeia produtiva do setor fotovoltaico com operações no Brasil. A associação coordena, representa e defende os interesses de seus associados quanto ao desenvolvimento do setor e do mercado de energia solar fotovoltaica no Brasil, promovendo e divulgando a utilização da energia solar fotovoltaica no País.

Já a AGESOLAR, mais jovem, foi fundada em 2016, e também é uma pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, a qual possui a finalidade de viabilizar respostas aos atuais desafios do setor fotovoltaico, congregando empresas e cadeias produtivas e promovendo a sua visibilidade a nível estadual e nacional.

No que diz respeito às Instituições de Ensino e Pesquisa, o teste desta modelagem contou com o apoio de pesquisadores da UFSM, Prof. Dr. Leandro Michels, e do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar) - Campus Jaguari, Prof. Me. Adriano Cavalheiro Marchesan. Ambos são Engenheiros Elétricos e desenvolvem pesquisas na área de energia solar fotovoltaica.

Torna-se relevante ressaltar que todos os sujeitos pesquisados, independente da sua localização geográfica, possuem atuação na extensão do território brasileiro, e em específico, na região sul do País.

5.2 MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO DOS ATORES DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO FOTOVOLTAICO

A modelagem busca medir e avaliar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial.

Dito que a mensuração do desempenho implica, em um primeiro momento, no cálculo das taxas de substituição tanto dos KPI, quanto dos FCS e PVF, inicialmente, a Tabela 1 mostra os valores das médias das importâncias obtidas por grupo de atores para cada KPI, junto ao resultado quanto a importância dos KPI ($impKPI_i$), e também o resultado das taxas de substituição local de cada KPI ($wKPI_i$).

A Tabela 1 conta com as informações referentes aos grupos de atores, para os quais foram determinadas as seguintes abreviaturas: “F&D” para Fabricantes e Desenvolvedores; “Dist.” para Distribuidores; “Int.” para Integradores; “UP” para Unidades Prossumidoras; “OM” para Operação e Manutenção; “Assoc.” para Associações e; IEP para Instituições de Ensino e Pesquisa.

Tabela 1 – Importâncias e taxas de substituição local dos KPI

(continua)

KPI	F&D	Dist.	Int.	UP	OM	Assoc.	IEP	$impKPI_i$	$wKPI_i$
1.1.1	4,20	4,00	3,50	4,67	5,00	4,50	4,50	4,34	55,55%
1.1.2	2,80	3,00	2,50	4,00	5,00	4,00	3,00	3,47	44,45%
1.2.1	4,00	3,50	4,50	4,33	4,00	2,50	3,00	3,69	43,81%
1.2.2	4,80	5,00	5,00	3,83	5,00	4,50	5,00	4,73	56,19%
1.3.1	4,80	5,00	4,50	3,83	5,00	3,50	4,50	4,45	50,13%
1.3.2	4,80	4,50	4,50	3,17	5,00	4,00	5,00	4,42	49,87%
1.4.1	5,00	5,00	5,00	3,67	5,00	4,50	5,00	4,74	35,41%
1.4.2	4,20	4,50	4,50	4,17	4,00	4,50	4,00	4,27	31,89%
1.4.3	4,80	4,50	5,00	3,33	4,00	4,50	4,50	4,38	32,70%
1.5.1	4,60	4,50	4,50	3,17	5,00	4,50	4,00	4,32	50,95%
1.5.2	4,80	4,00	4,50	3,33	4,00	4,50	4,00	4,16	49,05%
1.6.1	4,60	5,00	4,00	4,33	4,00	4,50	4,50	4,42	49,34%
1.6.2	4,60	4,50	4,00	4,67	5,00	4,50	4,50	4,54	50,66%
1.7.1	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,50	5,00	4,79	52,70%
1.7.2	4,40	5,00	4,00	4,17	3,00	4,50	5,00	4,30	47,30%
1.8.1	4,60	4,50	4,50	3,83	4,00	4,50	5,00	4,42	50,08%
1.8.2	5,00	4,50	5,00	3,83	3,00	4,50	5,00	4,40	49,92%
1.9.1	4,80	4,50	5,00	3,50	3,00	4,50	5,00	4,33	50,30%
1.9.2	4,60	4,50	4,50	4,33	4,00	4,50	3,50	4,28	49,70%
1.10.1	4,00	4,00	3,50	3,50	3,00	4,00	5,00	3,86	100,00%
1.11.1	5,00	4,50	5,00	4,00	5,00	4,50	4,50	4,64	25,75%
1.11.2	5,00	4,50	5,00	4,83	4,00	4,50	4,50	4,62	25,62%
1.11.3	4,80	4,00	4,50	4,50	4,00	4,50	4,50	4,40	24,41%
1.11.4	4,40	3,50	3,50	4,67	5,00	4,50	5,00	4,37	24,22%
1.12.1	5,00	5,00	5,00	4,67	5,00	4,50	4,50	4,81	100,00%
1.13.1	4,40	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	3,50	3,91	100,00%
2.1.1	4,60	4,50	4,50	4,33	3,00	4,50	4,00	4,20	100,00%

Tabela 1 – Importâncias e taxas de substituição local dos KPI

KPI	F&D	Dist.	Int.	UP	OM	Assoc.	IEP	(conclusão)	
								$impKPI_i$	$wKPI_i$
2.2.1	4,40	4,00	4,50	4,17	5,00	4,50	4,50	4,44	100,00%
2.3.1	4,60	4,50	4,50	4,33	3,00	4,00	4,00	4,13	100,00%
2.4.1	3,40	3,50	3,50	3,67	3,00	3,50	3,50	3,44	44,19%
2.4.2	4,40	4,00	4,50	4,00	5,00	4,50	4,00	4,34	55,81%
2.5.1	4,60	3,50	4,00	4,33	4,00	4,50	5,00	4,28	100,00%
2.6.1	4,40	4,00	4,00	4,00	5,00	4,50	4,50	4,34	56,79%
2.6.2	3,80	2,50	3,00	3,33	1,00	4,50	5,00	3,30	43,21%
2.7.1	4,80	3,50	4,50	4,17	5,00	4,50	5,00	4,50	100,00%
2.8.1	3,80	3,00	3,00	3,33	3,00	4,50	3,00	3,38	100,00%
2.9.1	4,00	3,00	3,00	3,83	5,00	4,50	4,50	3,98	100,00%
2.10.1	4,40	3,50	4,00	3,33	4,00	4,50	5,00	4,10	100,00%
2.11.1	4,40	3,00	4,00	4,00	1,00	4,50	4,50	3,63	100,00%
2.12.1	4,20	3,50	4,00	4,00	1,00	4,00	5,00	3,67	100,00%
2.13.1	4,40	3,00	3,50	4,17	4,00	4,50	4,50	4,01	100,00%
2.14.1	4,40	4,00	4,00	3,67	5,00	4,50	4,50	4,30	34,44%
2.14.2	4,20	4,50	4,00	3,50	4,00	4,50	5,00	4,24	34,02%
2.14.3	4,20	4,00	3,50	3,33	3,00	4,50	5,00	3,93	31,54%
2.15.1	4,60	4,50	4,00	4,33	5,00	4,50	5,00	4,56	51,51%
2.15.2	4,40	3,50	3,50	4,67	5,00	4,50	4,50	4,30	48,49%
2.16.1	4,80	4,50	4,50	3,83	5,00	4,50	5,00	4,59	52,05%
2.16.2	4,60	5,00	4,00	3,50	5,00	4,00	3,50	4,23	47,95%
2.17.1	4,80	3,50	4,50	3,67	4,00	3,00	4,50	4,00	100,00%
3.1.1	4,80	5,00	4,50	4,33	5,00	4,50	5,00	4,73	100,00%
3.2.1	5,00	4,50	5,00	4,17	5,00	4,50	5,00	4,74	100,00%
3.3.1	4,40	4,50	3,50	4,33	1,00	3,50	5,00	3,75	100,00%
3.4.1	4,60	5,00	4,00	4,17	3,00	3,50	5,00	4,18	100,00%
3.5.1	4,20	4,50	3,50	3,83	4,00	4,50	4,50	4,15	52,28%
3.5.2	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,50	3,79	47,72%
3.6.1	4,20	4,50	4,50	4,33	2,00	2,00	3,50	3,58	32,29%
3.6.2	3,80	3,50	3,50	4,17	3,00	3,50	4,00	3,64	32,85%
3.6.3	4,20	4,00	3,50	4,33	3,00	4,00	4,00	3,86	34,87%

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Nota-se que o somatório da importância dos KPI, em terceiro nível da estrutura hierárquica, pertencentes a cada FCS (segundo nível), além de permitir o cálculo das taxas de substituição local dos KPI, também resultam na importância do FCS ($impFCS_j$), que permitem o cálculo das taxas de substituição local dos FCS ($wFCS_j$). A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos no que tange a importância e taxas de substituição locais para os FCS elencados na modelagem.

Tabela 2 – Importâncias e taxas de substituição local dos FCS

FCS	<i>impFCS_j</i>	<i>wFCS_j</i>
1.1 Educação	7,81	6,91%
1.2 Conhecimento	8,42	7,45%
1.3 Aprendizado	8,87	7,85%
1.4 Atualização	13,38	11,84%
1.5 Experiência	8,49	7,51%
1.6 Cultura	8,96	7,92%
1.7 Expertise	9,08	8,03%
1.8 Predisposição à inovação	8,82	7,81%
1.9 Proatividade	8,60	7,61%
1.10 Envolvimento com o projeto	3,86	3,41%
1.11 Satisfação	18,03	15,95%
1.12 Motivação	4,81	4,25%
1.13 Riscos	3,91	3,46%
2.1 Fornecedores	4,20	4,48%
2.2 Clientes	4,44	4,73%
2.3 Concessionárias de energia	4,13	4,40%
2.4 Concorrentes	7,78	8,29%
2.5 Instituições de ensino e pesquisa	4,28	4,55%
2.6 Entidades setoriais	7,65	8,15%
2.7 Organizações governamentais	4,50	4,79%
2.8 Organizações não governamentais	3,38	3,60%
2.9 Órgãos ambientais	3,98	4,24%
2.10 Política	4,10	4,37%
2.11 Agentes Financeiros	3,63	3,86%
2.12 Seguradoras	3,67	3,91%
2.13 Assessoria e consultoria	4,01	4,27%
2.14 Networking	12,47	13,28%
2.15 Cidades	8,86	9,43%
2.16 Mercado	8,82	9,39%
2.17 Certificação	4,00	4,26%
3.1 Regulamentação	4,73	13,00%
3.2 Qualidade dos equipamentos	4,74	13,01%
3.3 Manutenção	3,75	10,29%
3.4 Monitoramento	4,18	11,48%
3.5 Tecnologia de Informação e Comunicação	7,93	21,79%
3.6 Localização geográfica	11,08	30,42%

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Seguindo a mesma lógica, tais resultados permitiram o cálculo da importância de cada PVF ($impPVF_k$) e das taxas de substituição local dos PVF ($wPVF_k$), apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Importâncias e taxas de substituição local dos PVF

PVF	$impPVF_k$	$wPVF_k$
1 Capital Humano	113,05	46,46%
2 Capital de Relacionamento	93,89	38,58%
3 Capital Estrutural	36,41	14,96%

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A partir dos resultados obtidos pelas taxas de substituição, e a estrutura estabelecida nesse estudo para a árvore de decisão, no que tange os PVF considerados pela modelagem, o Capital Humano obteve a maior ponderação ($wPVF_1 = 46,46\%$), demonstrando a elevada importância das interações referentes às competências, às experiências, ao conhecimento e comportamento dos atores do ecossistema de inovação. Já o Capital de Relacionamento, ocupou a segunda colocação quanto a relevância ($wPVF_2 = 38,58\%$) entre os PVF. Esse resultado reflete que é constante a preocupação por geração de valor através de conexões entre os *stakeholders* do setor fotovoltaico.

O menor resultado obtido quanto à ponderação dos PVF, foi atribuído ao Capital Estrutural ($wPVF_3 = 14,96\%$), e este está relacionado à questões técnicas, infraestrutura e localização.

Ao considerar os procedimentos adotados e o resultado alcançado pelo cálculo das taxas de substituição local para cada um dos três níveis hierárquicos propostos pela modelagem, tornou-se possível o cálculo das taxas de substituição global para cada KPI, necessárias para a obtenção do desempenho global de cada ator do ecossistema pesquisado. As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam as taxas de substituição global para os KPI do Capital Humano (PVF 1), Capital de Relacionamento (PVF 2) e Capital Estrutural (PVF3), respectivamente.

Tabela 4 – Taxas de substituição global dos KPI do PVF 1

PVF 1. Capital Humano ($wPVF_1 = 46,46\%$)			
FCS	($wFCS_j$)	KPI	$WKPI_{i,j,k}$
1.1 Educação	6,91%	1.1.1 Formação acadêmica	1,78%
		1.1.2 Formação internacional na área	1,43%
1.2 Conhecimento	7,45%	1.2.1 Conhecimento informal	1,52%
		1.2.2 Conhecimento técnico	1,95%
1.3 Aprendizado	7,85%	1.3.1 Capacitação em inovação	1,83%
		1.3.2 Capacitação em tecnologias associadas ao setor de energia	1,82%
1.4 Atualização	11,84%	1.4.1 Atualização sobre tendências tecnológicas	1,95%
		1.4.2 Atualização sobre tarifação de energia	1,75%
		1.4.3 Participação em eventos tecnológicos	1,80%
1.5 Experiência	7,51%	1.5.1 Experiências anteriores	1,78%
		1.5.2 Tempo de experiência	1,71%
1.6 Cultura	7,92%	1.6.1 Cultura de desenvolvimento sustentável	1,82%
		1.6.2 Consciência sobre uso racional de energia	1,86%
1.7 Expertise	8,03%	1.7.1 Referência em inovação	1,97%
		1.7.2 Referência em geração de energia fotovoltaica	1,77%
1.8 Predisposição à inovação	7,81%	1.8.1 Inclinação à criatividade	1,82%
		1.8.2 Inclinação à inovação	1,81%
1.9 Proatividade	7,61%	1.9.1 Postura proativa para o setor	1,78%
		1.9.2 Postura proativa para o negócio	1,76%
1.10 Envolvimento com projeto	3,41%	1.10.1 Envolvimento com o projeto fotovoltaico	1,59%
1.11 Satisfação	15,95%	1.11.1 Reconhecimento dos resultados inovadores	1,91%
		1.11.2 Satisfação com resultados econômicos	1,90%
		1.11.3 Satisfação com resultados sociais	1,81%
		1.11.4 Satisfação com resultados ambientais	1,79%
1.12 Motivação	4,25%	1.12.1 Motivação ao investimento	1,98%
1.13 Riscos	3,46%	1.13.1 Capacidade de assumir riscos	1,61%

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Para o PVF 1, Capital Humano, os FCS que apresentaram a maior taxa de substituição foram Satisfação ($wFCS_{1.11} = 15,95\%$) e Atualização ($wFCS_{1.4} = 11,84\%$). As menores taxas desse PVF foram direcionadas aos FCS Envolvimento com o projeto ($wFCS_{1.11.2} = 3,41\%$) e Riscos ($WKPI_{1.11.2} = 1,90\%$).

No terceiro nível da árvore de decisão, os KPI que apresentaram as maiores taxas de substituição global foram: Motivação ao investimento ($WKPI_{1.12.1} = 1,98\%$), Referência em inovação ($WKPI_{1.7.1} = 1,97\%$), Conhecimento técnico ($WKPI_{1.2.2} = 1,95\%$) e Atualização sobre tendências tecnológicas ($WKPI_{1.4.1} = 1,95\%$). A ponderação menos representativa entre os KPI desse PVF foi relativa à Formação internacional na área ($WKPI_{1.1.2} = 1,43\%$).

Sob a lógica que nesse estudo a motivação ao investimento apresentou a maior ponderação a partir do nível de importância atribuído pelos atores investigados, Rigo et al. (2019), afirma que mesmo que a energia elétrica provinda de uma fonte de tecnologia fotovoltaica se mostre promissora no Brasil, com o número de instalações é crescente em todo o país, o investimento é considerado de alto capital inicial e por isso, deve ser realizado por meio de uma análise sistemática. Logo, pode-se inferir que esse é um dos principais determinantes para o desempenho do ecossistema de inovação do setor.

Sob a ótica das unidades prossumidoras, Arroyo e Carrete (2019) analisaram que o nível socioeconômico da família modera a intenção em adquirir um sistema fotovoltaico. Os autores observaram que indivíduos com alto nível socioeconômico aumentam significativamente sua intenção de comprar essa tecnologia ecológica se motivados por uma normativa ou regulamento. Pelo contrário, indivíduos com um nível socioeconômico médio são motivados principalmente por gatilhos de baseados em benefícios especificamente econômicos.

No que tange a percepção dos atores quanto a elevada importância em ser referência em inovação, é possível fazer conexão aos pressupostos apresentados no decorrer dessa pesquisa, que evidenciam que as inovações tecnológicas aplicadas à energia fotovoltaica são determinantes para melhorar o processo de gerenciamento de energia, sendo um dos maiores desafios para expansão das energias renováveis (SILVA et al., 2019). Segundo Kolloch e Dellermann (2018) a indústria de energia, está sob pressão para promover e gerenciar ecossistemas direcionando os seus esforços à inovação.

Quanto aos resultados que evidenciaram maiores taxas globais para questões tecnológicas, nesse estudo apontando maiores resultados para conhecimento técnico e para atualização sobre tendências tecnológicas, é importante justificar a partir das contribuições de Padmanathan et al. (2018). O autor afirma que os avanços tecnológicos reduziram o custo da geração de energia solar fotovoltaica e trouxeram mudanças de políticas de governos em todo o mundo, refletindo no melhor desempenho do setor.

A relevância desse critério, também pode ser explicada pelo direcionamento dos ecossistemas ao ganho de competitividade a partir da interação entre os recursos humanos e tecnológicos, onde a rede de atores é cada vez mais estimulada a buscar inovação por meio dessa dinâmica. A tecnologia deve ser ainda mais valorizada quando analisada sob a ótica do Capital Humano, como proposto nesse estudo, pois é fundamental para a colaboração entre os atores no cenário atual (KOLLOCH; DELLERMANN, 2018). Esse conceito vai ao encontro do exposto por Surie (2017), que afirma que a competitividade de um ecossistema de

inovação depende da ampla utilização de novas plataformas tecnológicas para difundir conhecimentos entre os *stakeholders*, habilidades empresariais e aprimorar as interações no ambiente ecossistêmico.

A Tabela 5 apresenta as taxas de substituição global dos KPI do PVF 2.

Tabela 5 – Taxas de substituição global dos KPI do PVF 2

PVF 2. Capital de Relacionamento Humano ($wPVF_2 = 38,58\%$)			
FCS	($wFCS_j$)	KPI	$WKPI_{i,j,k}$
2.1 Fornecedores	4,48%	2.1.1 Relação com os fornecedores	1,73%
2.2 Clientes	4,73%	2.2.1 Relação com os clientes	1,82%
2.3 Concessionárias de energia	4,40%	2.3.1 Relação com concessionárias de energia	1,70%
2.4 Concorrentes	8,29%	2.4.1 Relação com os concorrentes	1,41%
		2.4.2 Benchmarking	1,78%
2.5 Instituições de ensino e pesquisa	4,55%	2.5.1 Relação com instituições de ensino e pesquisa	1,76%
2.6 Entidades setoriais	8,15%	2.6.1 Relação com entidades setoriais	1,78%
		2.6.2 Filiação às entidades setoriais	1,36%
2.7 Organizações governamentais	4,79%	2.7.1 Relação com agências regulamentadoras	1,85%
2.8 Organizações não governamentais	3,60%	2.8.1 Relação com organizações não governamentais	1,39%
2.9 Órgãos ambientais	4,24%	2.9.1 Relação com órgãos ambientais	1,63%
2.10 Política	4,37%	2.10.1 Relações políticas	1,69%
2.11 Agentes financeiros	3,86%	2.11.1 Relação com agentes financiadores	1,49%
2.12 Seguradoras	3,91%	2.12.1 Relação com seguradoras	1,51%
2.13 Assessoria e consultoria	4,27%	2.13.1 Relação com assessorias e consultorias do setor	1,65%
		2.14.1 Acompanhamento de conteúdo	1,77%
2.14 <i>Networking</i>	13,28%	2.14.2 Compartilhamento de conteúdo	1,74%
		2.14.3 Elaboração e divulgação de conteúdo	1,62%
		2.15.1 Existência de políticas sustentáveis na cidade de instalação	1,87%
2.15 Cidades	9,43%	2.15.2 Existência de eficiência energética em prédios públicos	1,77%
		2.16.1 Relação com o mercado fotovoltaico nacional	1,89%
2.16 Mercado	9,39%	2.16.2 Relação com o mercado fotovoltaico internacional	1,74%
		2.17.1 Certificação ambiental e de qualidade	1,64%
2.17 Certificação	4,26%		

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Para o Capital de Relacionamento, os FCS que obtiveram as maiores taxas foram: *Networking* ($wFCS_{2,14} = 13,28\%$); Cidades ($wFCS_{2,15} = 9,43\%$), Mercado ($wFCS_{2,16} = 9,39\%$), Concorrentes ($wFCS_{2,4} = 8,29\%$) e Entidades setoriais ($wFCS_{2,6} = 8,15\%$). Já as menores ponderações foram: Organizações não governamentais ($wFCS_{2,8} = 3,60\%$),

Seguradoras ($wFCS_{2.12} = 3,91\%$) e Agentes financeiros ($wFCS_{2.11} = 3,86\%$). Os demais FCS desse PVF apresentaram baixa variação e ficaram no intervalo entre 4,24% e 4,79%.

No que tange os KPI, se destacaram com relação a maior importância: Relação com o mercado fotovoltaico nacional ($WKPI_{2.16.1} = 1,89\%$), Existência de políticas sustentáveis na cidade de instalação ($WKPI_{2.15.1} = 1,87\%$) e Relação com os clientes ($WKPI_{2.2.1} = 1,82\%$).

Sobre o resultado quanto a ponderação obtida para relação com o mercado fotovoltaico nacional, pode-se mencionar, que este vai ao encontro da afirmativa de Padmanathan et al. (2018), que relata um crescimento expressivo experimentado no mercado de energia solar fotovoltaica. Infere-se que a importância alcançada pode ser atribuída ao fato de que as empresas, unidades prosumidoras, concessionária de energia, associações e instituições investigadas, reconhecem o ganho de valor a partir do crescimento econômico desse mercado em nível nacional, a partir do desenvolvimento local e regional, que resulta na disseminação desse tipo de geração de energia e ganho de competitividade.

Muito se tem discutido, também, acerca da existência de políticas sustentáveis na cidade de instalação. Surie (2017) assegura que a criação de um ecossistema robusto de inovação requer como mecanismo em nível nacional, a implementação de políticas para gerar demanda por sistemas fotovoltaicos, a fim de fornecer a infraestrutura de apoio ao desempenho do setor.

Para Borghesi e Milano (2019), frequentemente, a implementação de uma política não pode ser aplicada diretamente pelos governos, mas também recai sobre muitas partes interessadas, como cidadãos e empresas. Desenhar e avaliar políticas de energia é um desafio difícil, considerando que o setor de energia é um sistema complexo que não pode ser entendido adequadamente sem o uso de modelos que mesclam perspectivas econômicas, sociais e individuais. Garlet et al. (2019) enfatiza existem diversas barreiras para consolidar a modalidade fotovoltaica na matriz energética brasileira, e entre as principais dificuldades identificadas tem-se a falta de políticas para incentivar esse tipo de geração. Nesse sentido, a relevante importância atribuída pelos atores pesquisados nessa Tese, mostra claramente a preocupação dos atores relacionada à prioridade que deve ser dada pelos formuladores de políticas em avaliar o impacto de medidas que satisfaçam objetivos estratégicos e sustentáveis com a finalidade de alavancar o desempenho competitivo do ecossistema de inovação do setor fotovoltaico.

Outra preocupação percebida, consiste no relacionamento dos atores com os clientes do setor. Existem muitas direções para alcançar níveis mais de geração de valor nos principais

processos de negócios, e a alta importância atribuída para a relação com os clientes, aponta para a relevância do desenvolvimento de um conjunto de mecanismos para o ganho de competitividade a partir da colaboração entre cliente e empresa (SHAUGHNESSY, 2014; CAMARINHA-MATOS et al., 2017).

Visando, então, à prosperidade do setor de energia solar fotovoltaica e a otimização de sua capacidade de se reinventar e competir, fica evidente o resultado exposto nessa Tese, quanto a importância que os relacionamentos entre organizações e clientes, a partir das experiências adquiridas, adquirem frente à competitividade.

A partir da análise das taxas, identificou-se também os KPI do Capital de Relacionamento que obtiveram a menor ponderação: Filiação à entidades setoriais ($WKPI_{2.6.2} = 1,36\%$), Relacionamento com Organizações não Governamentais ($WKPI_{2.8.1} = 1,39\%$) e Relação com os concorrentes ($WKPI_{2.4.1} = 1,41\%$).

A Tabela 6 está relacionada ao Capital Estrutural, PVF 3 da modelagem.

Tabela 6 – Taxas de substituição global dos KPI do PVF 3

PVF 3. Capital Estrutural ($wPVF_3 = 14,96\%$)			
FCS	($wFCS_j$)	KPI	$WKPI_{i,j,k}$
3.1 Regulamentação	13,00%	3.1.1 Conhecimento da regulamentação	1,95%
3.2 Qualidade dos equipamentos	13,01%	3.2.1 Referências sobre qualidade técnica	1,95%
3.3 Manutenção	10,29%	3.3.1 Acompanhamento e registro de manutenções	1,54%
3.4 Monitoramento	11,48%	3.4.1 Monitoramento do estado de uso	1,72%
3.5 Tecnologia de informação e comunicação	21,79%	3.5.1 Comunicação com os demais atores do setor	1,70%
		3.5.2 Utilização de aplicativos para gestão da energia	1,56%
3.6 Localização geográfica	30,42%	3.6.1 Proximidade com instalações de unidades prosumidoras	1,47%
		3.6.2 Proximidade com instalações de empresas do setor	1,50%
		3.6.3 Atuação de empresas do setor na região	1,59%

Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Nesse PVF a alta taxa de substituição obtida pelo FCS Localização geográfica ($wFCS_{3.6} = 30,42\%$) se destacou dentre as demais, seguido por Tecnologia de informação e comunicação ($wFCS_{3.5} = 21,79\%$). Os demais FCS não obtiveram alta variação, e a menor importância para o Capital Estrutural foi atribuída ao FCS Manutenção ($wFCS_{3.3} = 10,29\%$).

Já para os KPI desse PVF, a maior representatividade foi atribuída igualmente para os KPI Conhecimento da regulamentação ($WKPI_{3.1.1} = 1,95\%$) e Referências sobre qualidade

técnica ($WKPI_{3.3.1} = 1,95\%$). Nessa dimensão, a menor taxa global foi obtida para Proximidade com instalações de empresas do setor ($WKPI_{3.6.2} = 1,47\%$).

Tem-se que, apesar da regulamentação da atividade fotovoltaica tratar-se e um fator de influência externo e ser definida em nível sistêmico do ecossistema, o conhecimento específico das normas que regem tais regulamentos interferem diretamente na competitividade dos atores desse setor em níveis estrutural e empresarial. Logo, se justifica o destaque para a importância desse KPI para o Capital Estrutural.

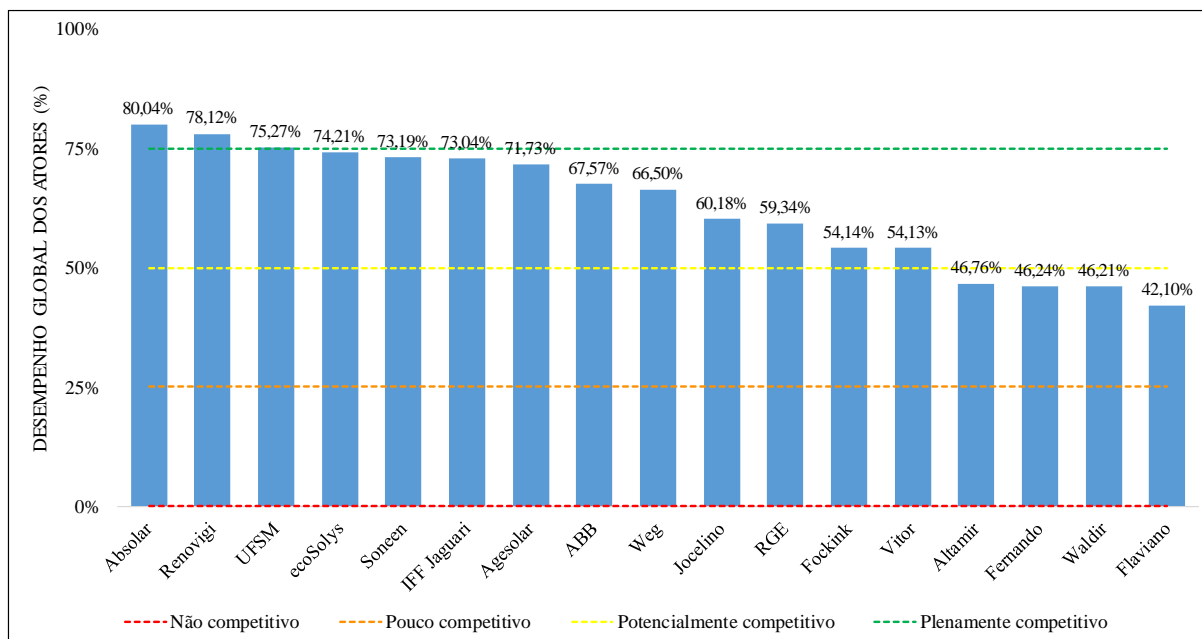
A ANEEL, criada para regular o setor elétrico brasileiro, quanto aos processos de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica; deve proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os atores do ecossistema e em benefício da sociedade (ANNEEL, 2016). Nessa perspectiva, pode compreender que o KPI Conhecimento da regulamentação é visto pelos *stakeholders* como um dos principais pilares para a inserção no setor fotovoltaico e ganho de competitividade. Em especial, porque grande parte dos sistemas fotovoltaicos instalados no mundo decorre de programas governamentais específicos e normativas desenvolvidos por cada país para estimular o uso da energia solar fotovoltaica. Tais programas vêm fomentando os sistemas fotovoltaicos através de incentivos fiscais e/ou financeiros para a população e auxiliando, de certa forma, o setor a se desenvolverem mais rapidamente.

Ademais, essa regulamentação deve estabelecer os requisitos de qualidade da energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos. Logo, torna-se possível fazer relação ao KPI que apresentou a segunda maior taxa de substituição para esse PFV, pois a preocupação com as referências sobre qualidade técnica, também se destacou entre os atores pesquisados.

Toda instalação geradora de energia elétrica deve satisfazer a requisitos de segurança e qualidade da energia gerada. Entretanto, como a utilização desses sistemas é fato relativamente novo dentro do contexto energético brasileiro, há ainda uma carência de discussões e reflexões que procurem estabelecer parâmetros e condições para a difusão desta tecnologia, particularmente sobre padrões e modelos que sirvam de base para análise da qualidade técnica dos componentes do sistema.

Na sequência do desenvolvimento dessa Tese e de posse das taxas de substituição global dos KPI, que possibilitaram o cálculo do desempenho dos atores em cada KPI, foi obtido o desempenho global de cada ator do ecossistema que viabilizou a construção de gráficos. Na Figura 24 é possível verificar o desempenho global dos atores participantes da pesquisa.

Figura 24 – Resultados para o desempenho global dos atores



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

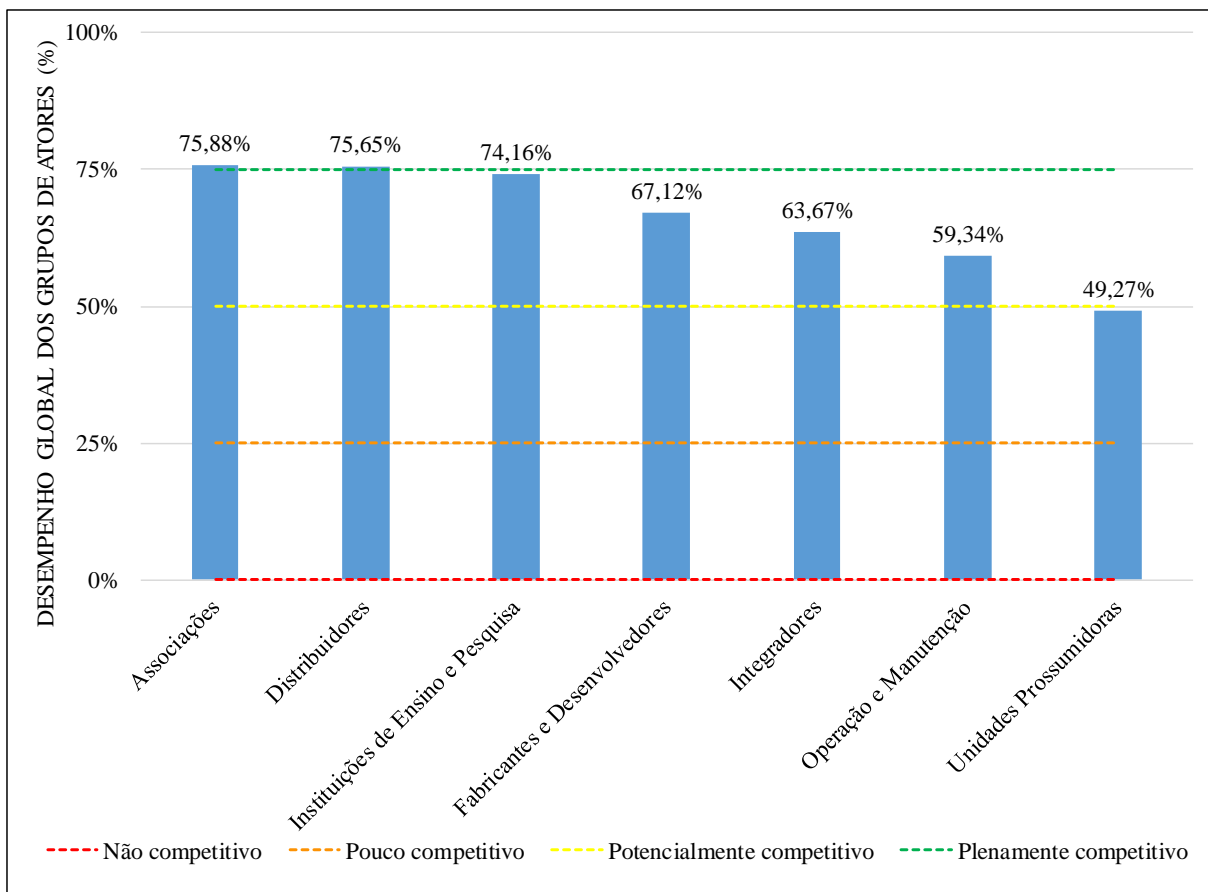
Ao visualizar o gráfico, percebe-se, que nenhum dos atores avaliados é considerado não competitivo, sendo que três atores (17,65%) tem um desempenho igual ou superior a 75% e são considerados plenamente competitivos, são eles: ABSOLAR ($V = 80,04\%$), Renovigi ($V = 78,12\%$) e UFSM ($V = 75,27\%$).

No que diz respeito a faixa de avaliação onde encontram-se os atores potencialmente competitivos, é possível verificar 10 atores (58,82%) que possuem um desempenho superior a 50% e inferior a 75%. Dos 10 atores que figuram nessa faixa, também se torna possível analisar a diferença do desempenho obtido em relação às faixas de avaliação superior (plenamente competitivo) e inferior (potencialmente competitivo), e percebe-se que 6 dos atores encontram-se mais próximos da marca de 75%, para serem considerados plenamente competitivos, do que da marca de 50% que as confere o *status* de potencialmente competitivos, tratam-se dos atores: ecoSolys ($V = 74,21\%$), Sonnen ($V = 73,19\%$), IFF Jaguarí ($V = 73,04\%$), AGESOLAR ($V = 71,73\%$), ABB ($V = 67,57\%$) e WEG ($V = 66,50\%$). No entanto, os outros 4 atores que se enquadram nessa faixa de avaliação, merecem mais atenção pois, apesar do desempenho ser superior a 50%, os valores estão mais próximos de 50% do que de 75%, portanto, mais próximos da faixa pouco competitivo (igual ou superior a 25% e inferior a 50%), são eles: Jocelino ($V = 60,18\%$), RGE ($V = 59,34\%$), Fockink ($V = 54,14\%$) e Vitor ($V = 54,13\%$).

Os demais atores do ecossistema de inovação avaliados, possuem o desempenho comprometido, pois foram considerados pouco competitivos (igual ou superior a 25% e inferior a 50%). Integram essa faixa de avaliação: Altamir ($V = 46,768\%$), Fernando ($V = 46,24\%$), Waldir ($V = 46,21\%$) e Flaviano ($V = 42,10\%$).

Considerando que um ecossistema de inovação é definido a partir da relação de interdependência, onde os atores são interligados por um objetivo comum em um ambiente colaborativo, torna-se ainda mais relevante do que a análise dos resultados individuais, a observação desses, a partir da ótica de grupos de atores. Logo, a Figura 25 apresenta o desempenho global dos grupos de atores.

Figura 25 – Resultados para o desempenho global dos grupos de atores



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A partir da análise desse gráfico, é possível verificar que o desempenho mais elevado foi obtido pelo grupo “Associações” ($V = 75,88\%$), enquadrando-se como plenamente competitivo. A partir do entendimento de que as associações são organizações que têm como

função principal a promoção da interação e cooperação de agentes de um mesmo setor para que obtenham vantagens competitivas e desenvolvimento mútuo, é possível conjecturar que esse resultado se atribui a expertise e ações estratégicas desempenhadas por seus representantes, no papel de presidentes da ABSOLAR e AGESOLAR.

Entende-se aqui, que esses atores são os que apresentam o maior nível de desempenho, e esse resultado é muito importante para a competitividade do setor, visto que tais associações oferecem um suporte direto aos demais atores do ecossistema. É relevante salientar que o mercado fotovoltaico nacional apoiado na influência da ABSOLAR e regional, no Rio Grande do Sul, que também conta com o apoio da AGESOLAR, possuem vantagem competitiva, tendo em vista o resultado obtido quanto ao desempenho competitivo dos atores investigados nessa mensuração.

O grupo de atores “Distribuidores” que atuam como intermediários entre os fabricantes e as empresas integradoras, conforme exposto na Figura 19 desta Tese, também apresentou alto desempenho ($V = 75,65\%$) e foi considerado plenamente competitivo.

Os distribuidores são uma parte essencial na corrente de relacionamento entre os atores de um ecossistema, desde os que se alinham ao comércio local, até os que se orientam ao comércio internacional. Um elemento chave para o desempenho competitivo desse grupo de atores é a capacidade que estes têm para poder gerir suas atividades através da utilização de ferramentas de tecnologia da informação, sem necessidade de contar com escritórios locais para o desenvolvimento de todos os seus processos e em toda extensão geográfica de atuação.

Essa pesquisa evidenciou elevados resultados para esse grupo de atores nos KPI relacionados ao uso da tecnologia para o ganho de competitividade, como nos KPI: capacitação em tecnologias associadas ao setor de energia (KPI 1.3.2); atualização sobre tendências tecnológicas (KPI 1.4.1); acompanhamento de conteúdo (KPI 2.14.1); compartilhamento de conteúdo (2.14.2); elaboração e divulgação de conteúdo (KPI 2.14.3) e; comunicação com os demais atores do setor (KPI 3.5.1).

Finalmente é importante destacar que os distribuidores são um elemento fundamental como gerador de valor agregado na economia desse setor, visto que tornam possíveis que as empresas integradoras e as unidades prossumidoras tenham acesso aos produtos dos diferentes fabricantes.

Esses dois grupos de atores, Associações e Distribuidores, apresentaram desempenho equilibrado e elevado para os três PVF considerados nessa Tese, Capital Humano, Capital de Relacionamento e Capital Estrutural.

No que tange os resultados dos grupos contidos na faixa de avaliação potencialmente competitivo, têm-se: “Instituições de Ensino e Pesquisa” ($V = 74,16\%$), “Fabricantes e Desenvolvedores” ($V = 67,12\%$), “Integradores” ($V = 63,67\%$) e “Operação e Manutenção” ($V = 59,34\%$).

O desempenho satisfatório das Instituições de Ensino e Pesquisa pode ser conexo diretamente à perícia dos pesquisadores especialistas no assunto, e ao papel desse grupo perante o ecossistema apresentado na Figura 19. Em um ambiente sistêmico, tais instituições, tratam de desenvolver ações com objetivo de fomentar o desenvolvimento dos diferentes setores da economia.

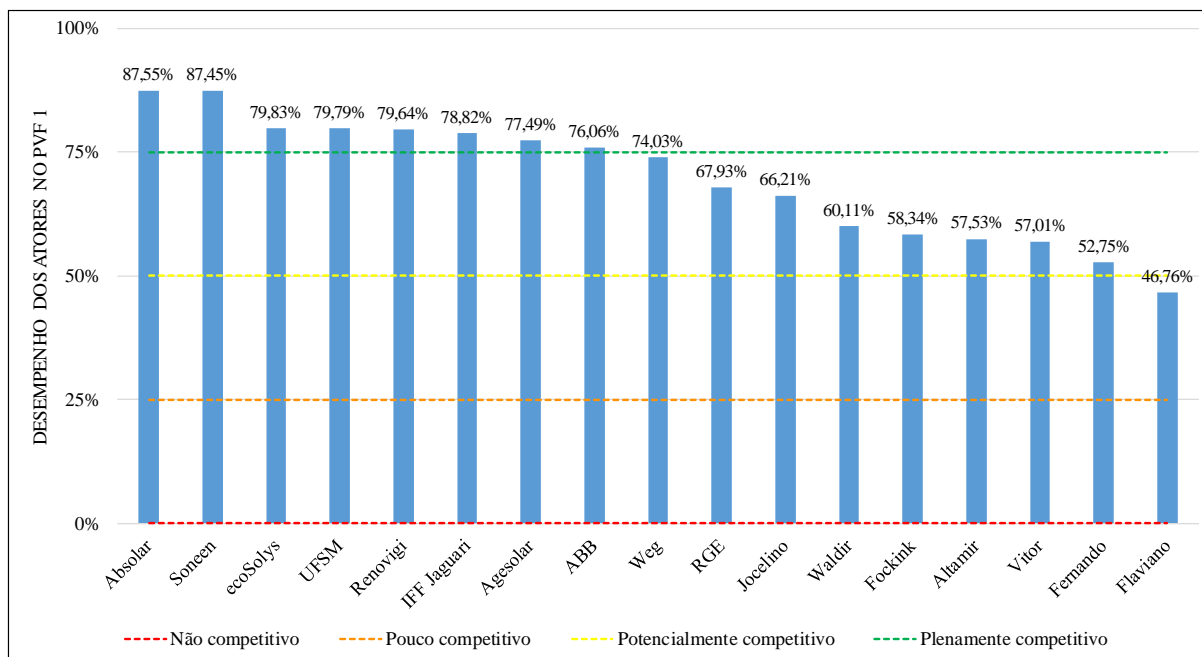
Existem uma série de aplicações possíveis à energia solar fotovoltaica, no que tange as pesquisas acadêmicas, e essas vem sendo cada vez mais direcionadas a esse mercado, considerando a rápida evolução que o setor de energia solar fotovoltaica vem apresentando nos últimos anos. Desse modo pode justificar o resultado obtido nesse estudo, que considerou esse grupo de atores como potencialmente competitivo.

Já os demais grupos que foram visualizados na situação potencialmente competitivos, são compostos por empresas com fins estratégicos quanto a geração de valor competitivo na cadeia de energia solar fotovoltaica. Os grupos “Fabricantes e Desenvolvedores”, “Integradores” e “Operação e Manutenção” enquadrados nessa faixa de avaliação, devem potencializar as suas ações direcionando uma maior atenção aos processos referentes aos KPI em que obtiveram os menores resultados.

O menor desempenho competitivo foi resultado do grupo “Unidades Prossumidoras” ($V = 49,27\%$), sendo o único grupo considerado pela faixa de avaliação proposta, pouco competitivo. Considerando que esse grupo não é composto por organizações com finalidade estratégica no que tange o setor de atividade principal fotovoltaico, e sim tratando-se de unidades com interesse direcionados a instalação de sistemas fotovoltaicos para geração de energia, pode-se conjecturar que o baixo desempenho apresentado se justifica pela inserção recente nesse ecossistema com finalidades específicas de interesse no setor.

Para a melhor compreensão dos resultados, realizou-se a mensuração do desempenho competitivo por PVF. A Figura 26 demonstra os resultados obtidos pelos atores para o PVF 1, Capital Humano.

Figura 26 – Resultados para o desempenho dos atores no PVF 1

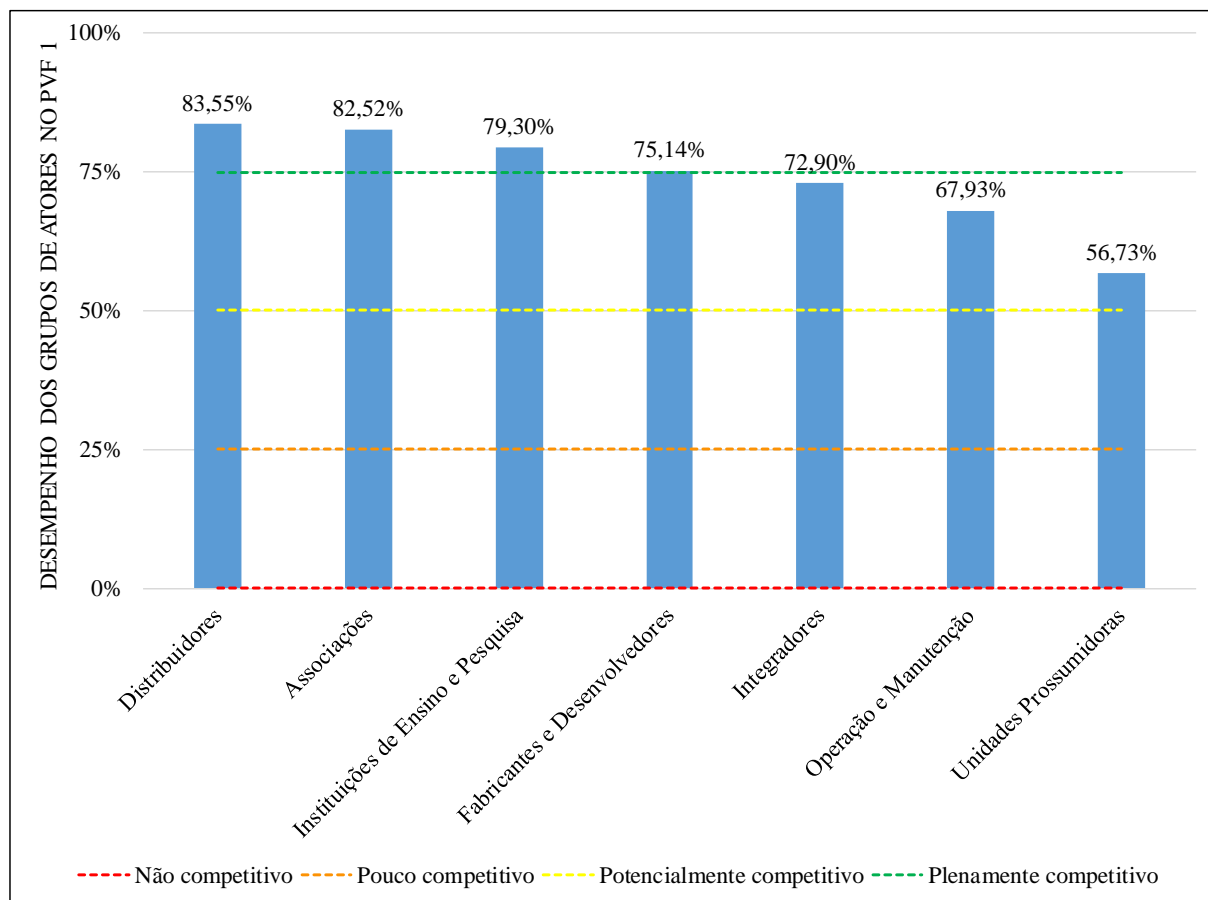


Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Capital Humano representa todos os recursos humanos envolvidos em um processo, onde o foco é o desenvolvimento do indivíduo, e estes podem ser representados em um ecossistema por usuários; funcionários; clientes; fornecedores, investidores, ou seja, por todos *stakeholders* do processo de inovação, nesse caso, do setor de energia solar fotovoltaica. Esse PVF mostra a preocupação dos atores quanto a formação acadêmica, conhecimento, competências, capacitações, atualizações, experiências, inclinação à inovação, proatividade, motivação, satisfação, dentre outros critérios.

Ao analisar o desempenho dos 17 atores no PVF 1, conforme evidenciado na Figura 27, verificou-se que 8 delas (47,06%) possuem um desempenho igual ou superior a 75%, o que lhes confere o *status* de plenamente competitivas. Outros 8 atores (47,06%) são considerados potencialmente competitivos com um desempenho superior a 50% e inferior a 75% e, apenas um ator (5,88%) tem seu desempenho atribuído a faixa de avaliação pouco competitivo. As análises seguem a partir dos resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 1, na Figura 27.

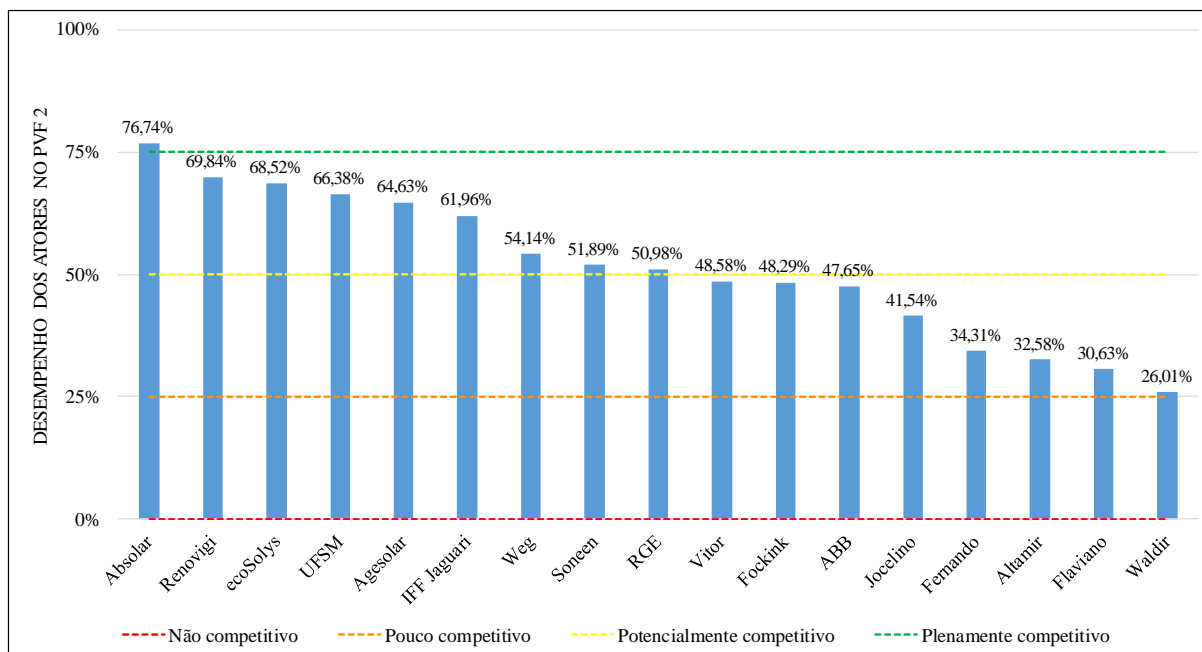
Figura 27 – Resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 1



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Quanto ao resultado dos diferentes grupos de atores no PVF 1, Capital Humano, têm-se 4 grupos plenamente competitivos: “Distribuidores” ($VPVF_1 = 83,55\%$), “Associações” ($VPVF_1 = 82,52\%$), “Instituições de Ensino e Pesquisa” ($VPVF_1 = 79,30\%$) e “Fabricantes e Desenvolvedores” ($VPVF_1 = 75,14\%$). Os demais grupos são considerados potencialmente competitivos nesse PVF, são eles: “Integradores” ($VPVF_1 = 72,90\%$), “Operação e Manutenção” ($VPVF_1 = 67,93\%$) e “Unidades Prossumidoras” ($VPVF_1 = 56,73\%$). No que tange o Capital Humano, nenhum ator apresentou o *status* pouco competitivo. Na sequência, a Figura 28 apresenta o desempenho dos atores no PVF 2.

Figura 28 – Resultados para o desempenho dos atores no PVF 2

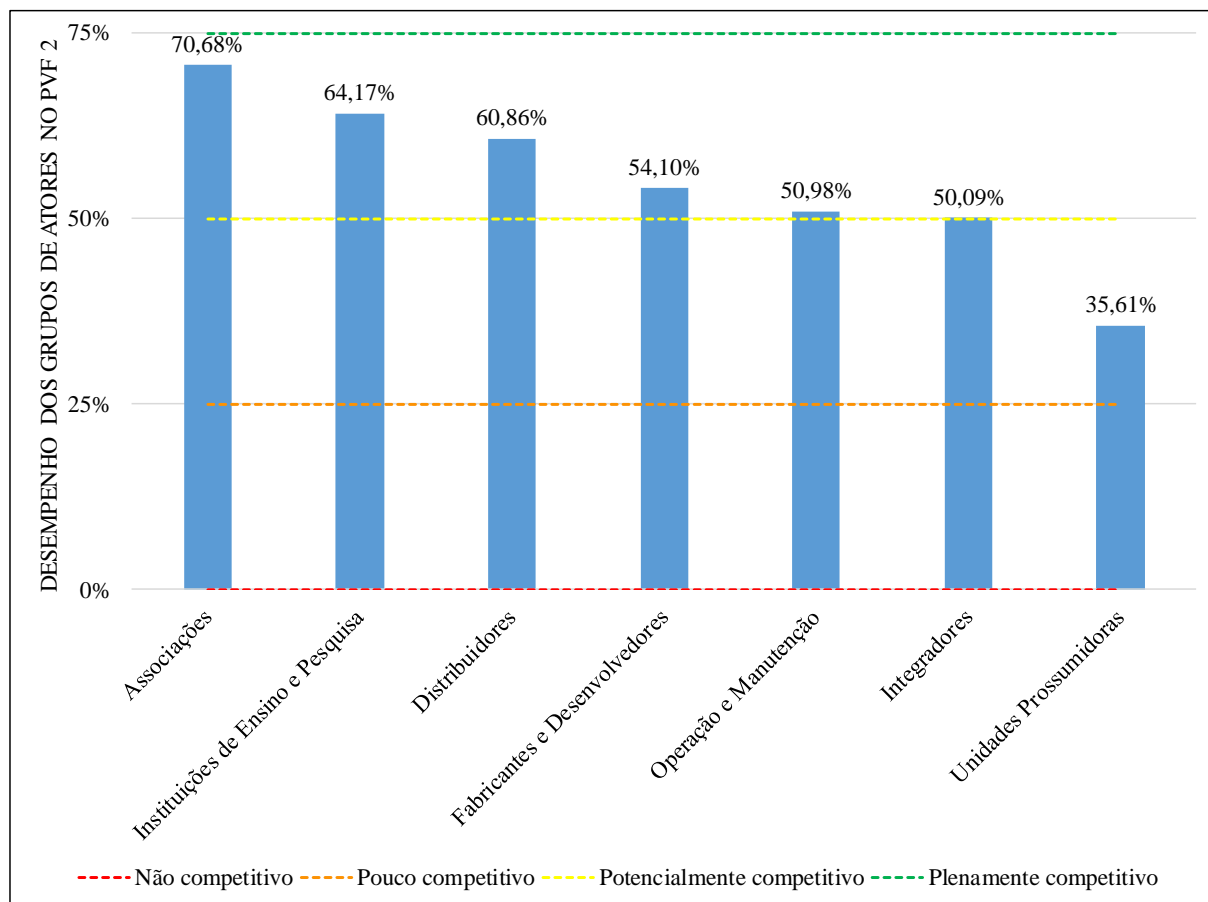


Fonte: Elaborada pela autora (2019).

A partir da definição de Capital de Relacionamento, que reflete a interdependência ou conexões que os atores possuem no ambiente ecossistêmico, foi possível identificar a priorização das relações com os *stakeholders*, ações de marketing (*networking* e *benchmarking*), políticas sustentáveis, eficiência energética e certificações de qualidade e ambiental.

A Figura 28 mostra que, nesse PVF, apenas um dos atores foi considerado plenamente competitivo, tendo seu desempenho igual ou maior que 75%. Outros 8 atores foram classificados como potencialmente competitivos (desempenho igual ou maior que 50% e menor que 75%). Os demais encontram-se na faixa de avaliação pouco competitivo. A Figura 29 mostra o desempenho para esse PVF sob a ótica dos grupos de atores.

Figura 29 – Resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 2

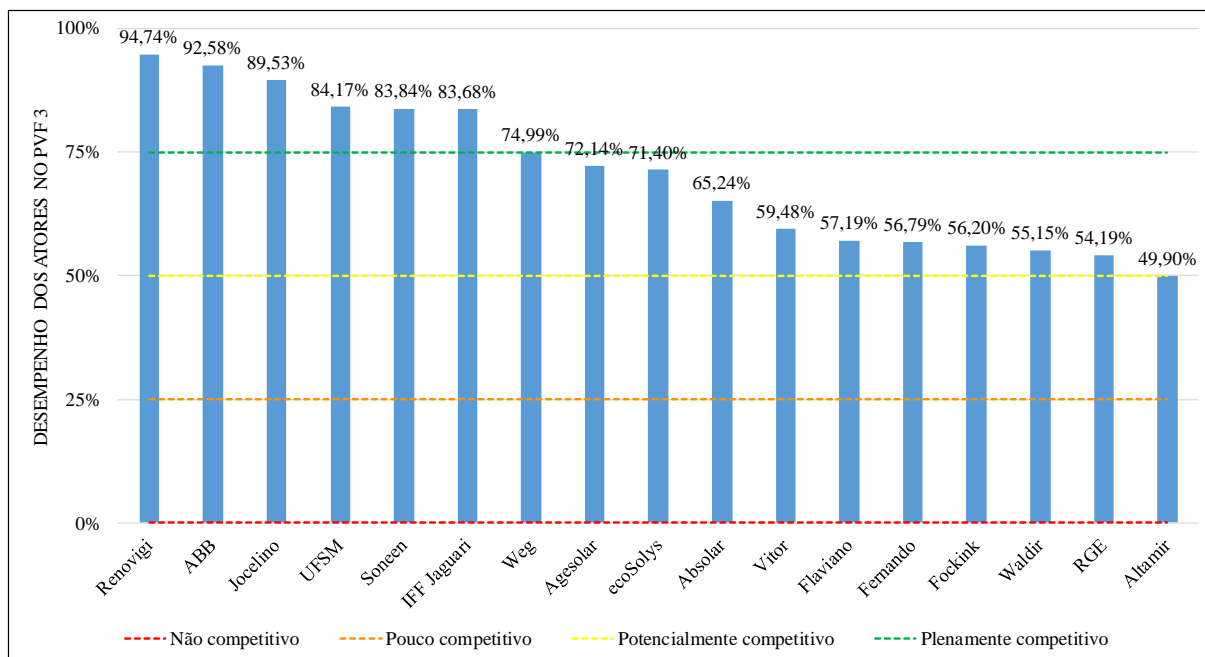


Fonte: Elaborada pela autora (2019).

No que tange o resultado dos de atores para o PVF 2, Capital de Relacionamento, nenhum dos grupos analisados obteve o status de plenamente competitivo, mostrando que nesse critério o ecossistema apresenta o desempenho competitivo comprometido. Ademais, 6 grupos apresentaram-se potencialmente competitivos e um deles foi considerado como pouco competitivo.

Nessa lógica, para o desempenho igual ou maior que 50% e menor que 75%, foram ranqueados numa sequência de maior resultado, o grupo “Associações” ($VPVF_2 = 70,68\%$), “Instituições de Ensino e Pesquisa” ($VPVF_2 = 64,17\%$), “Distribuidores” ($VPVF_2 = 60,86\%$), “Fabricantes e Desenvolvedores” ($VPVF_2 = 54,10\%$), “Operação e Manutenção” ($VPVF_2 = 50,98\%$), “Integradores” ($VPVF_2 = 50,09\%$). O grupo “Unidades Prosumidoras” foi o que apresentou o desempenho igual ou maior que 25% e menor que 50% ($VPVF_1 = 56,73\%$). Quanto ao último PVF analisado, a Figura 30 apresenta o desempenho dos atores para o PVF 3.

Figura 30 – Resultados para o desempenho dos atores no PVF 3

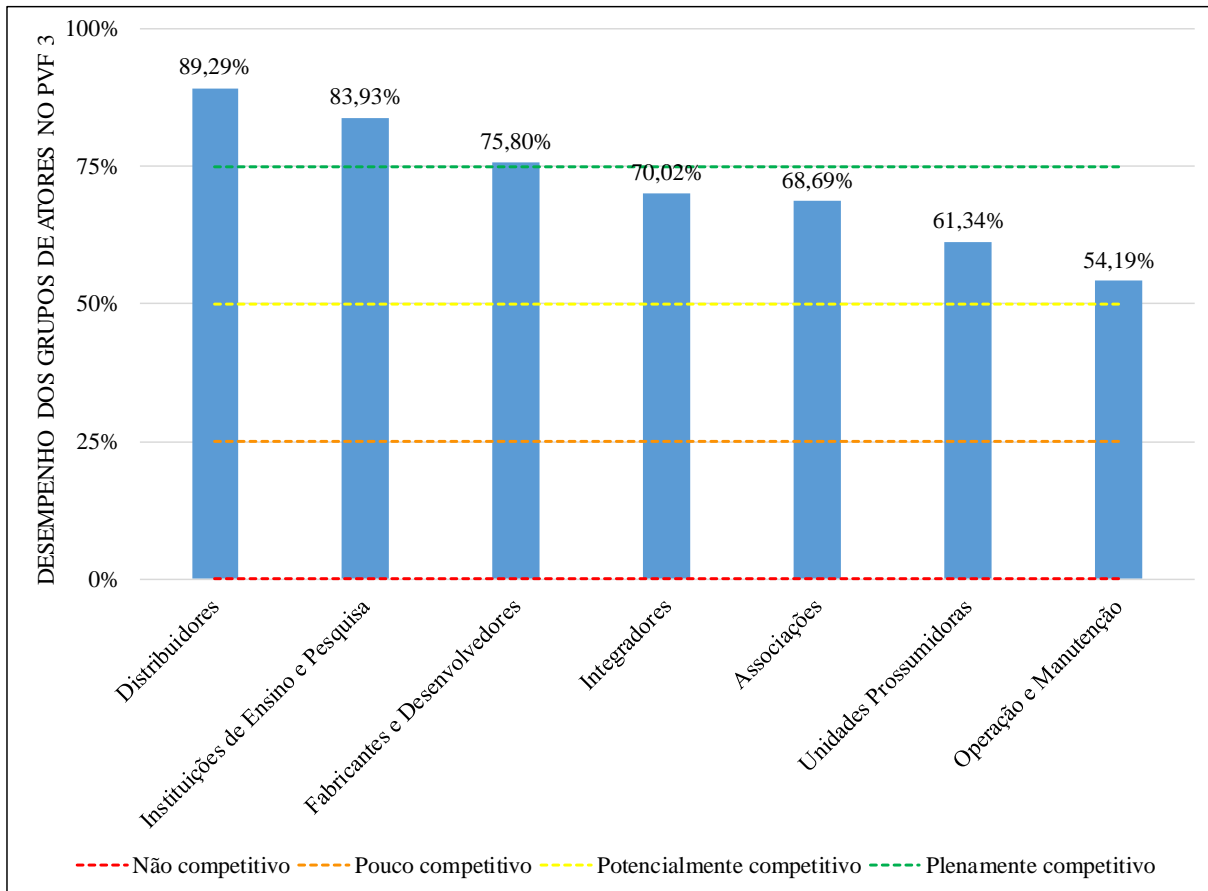


Fonte: Elaborada pela autora (2019).

O Capital Estrutural, inclui a investigação de aspectos relativos a conceitos, modelos, rotinas, sistemas de informática, que permitem o desenvolvimento de processos de maneira efetiva e eficaz. Nesse sentido, para esse item, foram verificadas questões como: conhecimento da regulamentação das atividades do setor, referência sobre qualidade a técnica dos equipamentos que compõem o sistema fotovoltaico, utilização de tecnologia de informação e comunicação e, localização geográfica a partir da ótica de arranjos locais.

Na Figura 31 está representado o desempenho dos atores no PVF 3. Dos atores pesquisados, 6 são considerados plenamente competitivos com um desempenho na faixa de 75% a 100%. Já na faixa localizada logo abaixo, onde o desempenho é compreendido como potencialmente competitivos (igual ou maior que 50% e menor que 75%) estão situados os resultados de 10 atores. Para o Capital Estrutural apenas um dos atores foi caracterizado como pouco competitivo (igual ou maior que 25% e menor que 50%). Diante do exposto, a Figura 31 mostra resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 3.

Figura 31 – Resultados para o desempenho dos grupos de atores no PVF 3



Fonte: Elaborada pela autora (2019).

Sob a perspectiva do desempenho segmentado por grupos de atores e fundamentada no Capital Estrutural (PVF 3), a Figura 31 revela o resultado de três grupos que integralizam a faixa de avaliação plenamente competitivo. Pertencem ao nível mais alto de resultados (igual ou maior que 75%), os seguintes grupos: “Distribuidores” ($VPVF_3 = 89,29\%$), “Instituições de Ensino e Pesquisa” ($VPVF_3 = 83,93\%$) e “Fabricantes e Desenvolvedores” ($VPVF_3 = 75,80\%$).

Os demais grupos estão contidos na faixa de avaliação potencialmente competitivo (igual ou maior que 50% e menor que 75%), são eles: “Integradores” ($VPVF_3 = 70,02\%$), “Associações” ($VPVF_3 = 68,69\%$), “Unidades Prossumidoras” ($VPVF_3 = 61,34\%$) e “Operação e Manutenção” ($VPVF_3 = 54,19\%$). Nota-se que para o Capital Estrutural nenhum dos grupos se apresentou como pouco competitivo.

A partir da visualização dos resultados sob a ótica do desempenho dos grupos de atores em cada um dos diferentes PVF analisados, pode-se inferir que os maiores resultados

foram encontrados para o Capital Humano, resultados intermediários para o Capital Estrutural e, os menores resultados, para o Capital de Relacionamento.

Esse comportamento demonstra que a maior dificuldade está atrelada às relações de interdependência entre os atores do ecossistema e, também na geração de valor a partir das relações entre os *stakeholders*. Essa implicação sugere que, para alcançar o patamar de excelência no que diz respeito ao desempenho competitivo, os atores investigados devem verificar necessidade, em um primeiro momento, de mudanças de ordem cultural direcionadas ao desenvolvimento de estratégias para o estímulo e a efetividade de um ambiente colaborativo no ecossistema.

Em especial, deve-se atentar para os fatores elencados nos KPI que apresentaram os menores níveis de desempenho: relação com os concorrentes (KPI 2.4.1); *benchmarking* (KPI 2.4.2); relação com agentes financiadores (KPI 2.11.1); relação com assessorias e consultorias do setor (KPI 2.13.1); elaboração e divulgação de conteúdo (KPI 2.14.3); relação com o mercado fotovoltaico internacional (2.16.2) e; certificação ambiental e de qualidade (KPI 2.17.1).

Considerando que a utilização da energia elétrica proveniente da fonte fotovoltaica está inserida em um ambiente inovador e competitivo, e que a inovação é fortemente impulsionada por processos dinâmicos de interdependência entre atores de um ecossistema, é possível conjecturar que o Capital de Relacionamento se traduz no PVF que elenca os critérios diretamente relacionados ao estímulo dessa sistematização.

A geração de energia fotovoltaica é uma inovação descontínua, ou seja, um produto inteiramente novo, e, como tal, exige uma mudança de comportamento de todos os atores desse ecossistema, para que ganhos em desempenho competitivo possam se efetivar. Assim, os atores investigados devem atentar para cada um dos critérios elencados nessa modelagem para o Capital de Relacionamento com a finalidade de nortear suas ações estratégicas.

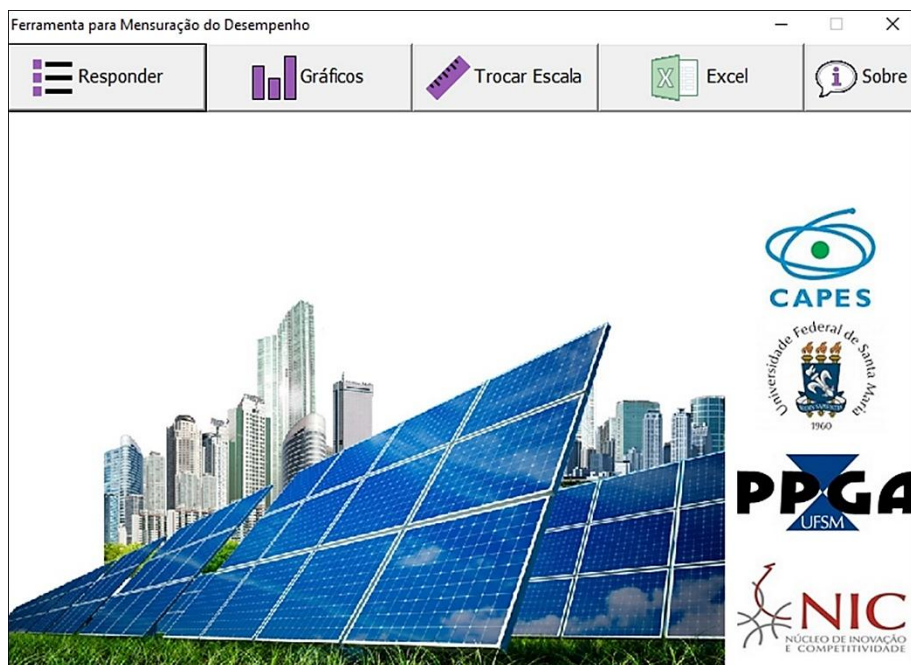
5.3 FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA A MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO

As práticas de gestão desenvolvidas por meio de pesquisas científicas enfrentam dificuldades de implementação nos ambientes organizacionais, em parte, isso é reflexo da carência de ferramentas mais intuitivas. A partir dessa motivação, buscou-se estender a pesquisa e desenvolver uma ferramenta capaz de auxiliar na adoção da modelagem construída.

Para tanto, por meio do *Microsoft Office Excel*[®] elaborou-se uma série de planilhas interligadas, de maneira que os resultados gerados puderam ser exibidos, a partir da construção de uma interface em VBA. O acesso a ferramenta é feito mediante a inserção de um usuário e senha válidos e essas informações de *login* devem ser registradas na planilha “Usuarios”.

A tela inicial dessa ferramenta, exibida na Figura 32, é composta por cinco botões: Responder, Gráficos, Trocar Escala, *Excel* e Sobre.

Figura 32 – Tela inicial da ferramenta desenvolvida



Fonte: Ferramenta desenvolvida (2019).

Na Figura 33, encontra-se ilustrado o preenchimento das respostas referentes ao KPI 1.1.1, demonstrando a utilização do botão “Responder”.

Figura 33 – Exemplo de preenchimento de resposta

Responder
Capital Humano
Pergunta : 9 De 123

1.1.1 Qual é o grau de formação acadêmica que você possui?

Doutorado ou pós-doutorado

Qual o nível de importância para o fator "formação acadêmica"?

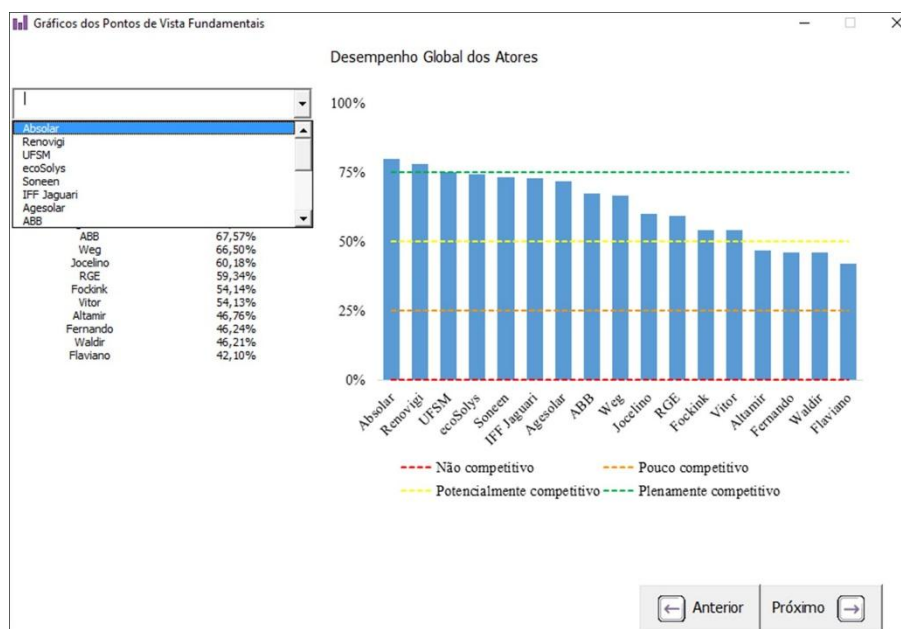
Muito importante

Anterior Próximo Finalizar

Fonte: Ferramenta desenvolvida (2019).

A funcionalidade do botão “Gráficos” possibilita a visualização do desempenho global dos 17 atores e, o botão “Próximo” permite o acesso ao desempenho global dos grupos de atores e, na sequência, os resultados para cada PVF. A Figura 34 apresenta essa função.

Figura 34 – Visualização do desempenho global dos atores

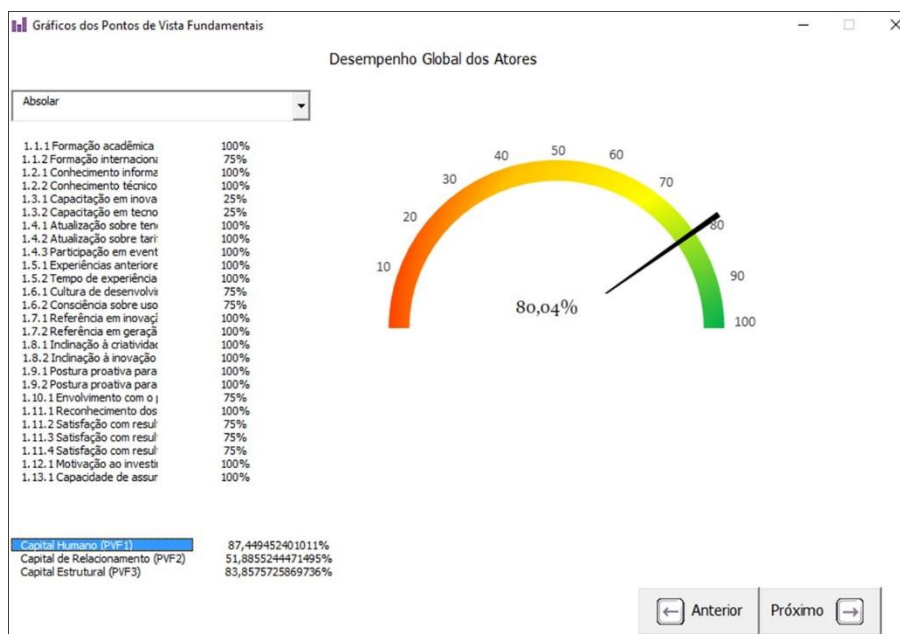


Fonte: Ferramenta desenvolvida (2019).

Além disso, uma vez exibido o gráfico do desempenho global, por meio da caixa de seleção, é possível conhecer o desempenho global de cada ator individualmente, com os desdobramentos nos PVF, a partir dos quais também é possível visualizar o desempenho em

cada KPI, conforme mostra a Figura 35. No exemplo em questão, são exibidos os KPI do PVF 1 para a ABSOLAR.

Figura 35 – Visualização detalhada do desempenho global



Fonte: Ferramenta desenvolvida (2019).

Vale destacar que, a modelagem foi construída a partir de 125 questões, separadas em grupos pois, nem todos os questionamentos configuram-se em PVF ou KPI. Dessa forma, foi possível separar as respostas que permaneceram qualitativas de respostas que fizeram parte dos cálculos, sendo necessária a conversão quantitativa realizada, nesse caso, pela função que contempla o botão “Trocar Escala”. Para isso, a escala a ser utilizada deve estar registrada na planilha “Escala”.

Com relação ao botão “Excel”, sua funcionalidade habilita a edição das planilhas, sendo destinada aos responsáveis pela manutenção dos KPI e escalas de avaliação, permitindo, inclusive, a adaptação da ferramenta para outras realidades. Já ao clicar no botão “Sobre” são exibidas informações sobre a origem da ferramenta. Conforme apresenta a Figura 36, essa ferramenta computacional foi desenvolvida a partir do modelo criado por Kaczam (2019).

Figura 36 – Informações sobre a origem da ferramenta



Fonte: Ferramenta desenvolvida (2019).

A ferramenta também permite alterações como o cadastro de novas pergunta, no entanto, utilizar um número diferente de perguntas ou realizar outras ações que alterem a ferramenta projetada, exige a adaptação do código, que pode ser feita ao acessar o botão "Visual Basic", na guia "Desenvolvedor" do *Microsoft Office Excel*[®], além das alterações em fórmulas das planilhas.

É importante mencionar, também, que para a plena execução da ferramenta deve ser utilizada a versão 2016, bem como, a função de desenvolvedor desse *software* deve estar previamente habilitada e, o arquivo de respostas e a pasta "icons" devem estar localizados junto à pasta em que se encontra o arquivo principal da ferramenta. Além disso, ao realizar modificações nas planilhas, é importante evitar a utilização de espaços ou de acentos ao nomeá-las, pois isso facilita a reestruturação do código.

6 CONCLUSÕES

O presente capítulo apresenta as considerações finais obtidas a partir dos resultados. Em complemento são expostas algumas contribuições da pesquisa, limitações e indicativos de novas oportunidades de estudos.

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da afirmativa de que o mundo moderno consome cada vez mais energia elétrica como resultado do avanço tecnológico e com isso a demanda por ela aumenta em um percentual significativo anualmente, os recursos ambientais não renováveis tornam-se cada vez mais escassos. Sob essa perspectiva, a substituição da matriz energética por recursos não renováveis passa a ser o atual desafio do desenvolvimento das economias. Ora, considerando este contexto atual, em que os mercados se tornam mais competitivos e forçam as empresas a entrar numa dinâmica de inovação permanente, a gestão estratégica do ecossistema de inovação solar fotovoltaico parece constituir um ativo valioso que se torna fonte de vantagem competitiva no que tange questões socioeconômicas e ambientais.

Ao considerar que os atores do ecossistema de inovação fotovoltaico são apontados como peças fundamentais para o alcance da transição por modelos sustentáveis de geração de energia no Brasil, a Tese de doutorado apresentada foi motivada pela questão de pesquisa: “Como mensurar e avaliar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação no setor de energia solar fotovoltaica?”.

Em busca da resposta a esse questionamento, ao constatar que a literatura científica, até o momento, não fornece uma fundamentação teórica específica para o alcance do desempenho competitivo pelos atores do ecossistema de inovação desse setor de atividade econômica, esse estudo teve início a partir da pesquisa bibliométrica, a partir da qual foi possível identificar práticas alicerçadas em ambiente estrutural e empresarial capazes de potencializar tal desempenho.

Em seguida, a partir da elaboração de um sistema KPI de mensuração e do suporte metodológico da AHP, o desempenho competitivo dos atores pôde ser mensurado. A modelagem foi construída a partir da identificação de 58 KPI, 36 FCS e 3 PVF, organizados hierarquicamente sob a figura de uma árvore de decisão. Os KPI foram avaliados por meio de uma escala padronizada e linear de 5 pontos. Sequencialmente, foi construída uma ferramenta que possibilita a coleta e o processamento dos dados.

A investigação teórica realizada na literatura científica e em documentos setoriais, assim como os resultados obtidos pela aplicação prática da modelagem, permitem a apresentação das seguintes considerações:

- a) o conjunto de KPI utilizado para mensurar o desempenho competitivo dos atores do ecossistema de inovação solar fotovoltaico, pode ser visualizado sob a ótica dos três PVF, que contemplam aspectos como competências, experiências e conhecimento dos recursos humanos do ecossistema (Capital Humano), conhecimento gerado e caráter desenvolvido a partir do relacionamento dos atores com os diversos *stakeholders* do negócio fotovoltaico (Capital de Relacionamento) e, sistematização dos processos (Capital Estrutural);
- b) as estimativas das taxas de substituição permitiram a visualização da diferença de importância entre os KPI selecionados para a modelagem. Os valores resultantes demonstram que, de modo geral, ser referência em inovação, possuir motivação ao investimento na tecnologia fotovoltaica, conhecer a regulamentação do setor de atividade e as referências de qualidade técnica do sistema fotovoltaico, receberam as maiores taxas de substituição, de maneira a exercer um papel predominante na mensuração do desempenho competitivo;
- c) o teste da modelagem com os 17 atores, pertencentes aos 7 grupos que exercem diferente influência no ecossistema de inovação, foi capaz de demonstrar o desempenho desses frente à competitividade, de maneira a fornecer informações úteis para o direcionamento dos principais critérios que devem ser considerados para a manutenção e otimização dos seus resultados, bem como para alicerçar o desenvolvimento de ações estratégicas pelos diversos interessados no desenvolvimento do setor fotovoltaico;
- d) a partir das análises foi possível constatar que os atores avaliados possuem os menores níveis de desempenho para o Capital de Relacionamento, sugerindo uma maior dificuldade nas relações de interdependência entre os atores do ecossistema, que prejudica a geração de valor competitivo entre os *stakeholders* do setor de energia solar fotovoltaica;
- e) quanto ao desempenho dos grupos de atores, calculados sob a lógica dos resultados individuais, a modelagem proposta mostrou que o grupo relativo às associações apresentaram os maiores níveis de competitividade (sugerindo a expertise dos seus representantes) e, as unidades prossumidoras obtiveram o menor desempenho nos critérios analisados (sugerindo que devem ser desenvolvidas novas estratégias para

disseminação de conhecimento, novas oportunidades e cultura de valorização da fonte energética fotovoltaica para esses usuários);

- f) a ferramenta desenvolvida é capaz de facilitar a implementação prática da modelagem, permitindo aos atores do ecossistema pesquisado, o acompanhamento do seu desempenho, de forma a dar continuidade e extensão a novos usuários do trabalho em questão.

No que diz respeito às contribuições, do ponto de vista científico, ao considerar que não foram encontradas revisões sistemáticas de literatura nas bases de dados pesquisadas (*Scopus*, *Science Direct*, *Emerald* e *IEEE Xplore*), a partir das palavras-chave definidas para busca, que abordam as temáticas do ecossistema de energia solar fotovoltaico, competitividade sistema de medição de desempenho, essa pesquisa pode ser considerada como ponto de partida para a identificação dos fatores que levam ao sucesso competitivo dos atores do ecossistema estudado.

A partir das colocações apresentadas, considera-se que o objetivo geral e os objetivos específicos foram cumpridos, uma vez que a modelagem construída procurou assegurar o monitoramento das ações que levam os atores do ecossistema ao resultado do seu desempenho no ambiente competitivo ao qual estão inseridos. Nessa perspectiva, podem desenvolver estratégias capazes de potencializar o desempenho.

Sendo assim, pode-se concluir que foi possível propor uma modelagem capaz de medir e avaliar o nível de competitividade dos atores do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial, respondendo à questão de pesquisa que originou essa Tese de doutoramento.

6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

O desenvolvimento dessa dissertação enfrentou algumas limitações. Uma delas refere-se à ausência de um acompanhamento periódico dos resultados obtidos pelos atores participantes da pesquisa, tendo em vista que o trabalho possuiu como objetivo específico um teste através da aplicação da modelagem.

A partir dessa mesma lógica, também se justifica, o pequeno número de atores investigados, considerando que esse trabalho não propôs validade estatística, e sim a aplicabilidade da modelagem enquanto teste.

Outra limitação relevante, considerando o período em que a pesquisa foi desenvolvida, está relacionada ao fato do ambiente estudado ser altamente competitivo, o que fez com que

alguns dos atores não se sentissem confortáveis em participar da pesquisa pelo receio quanto a divulgação de suas ações estratégicas, mesmo que orientados desde o princípio sobre a ausência de questões com esse direcionamento no instrumento de coleta de dados.

Adicionalmente, acredita-se que a limitação mais significativa desse estudo, se relaciona a ausência de ponderação do desempenho para à relevância dos atores nos diferentes grupos do ecossistema estudado.

6.3 PERSPECTIVAS DE ESTUDOS FUTUROS

Os conhecimentos e os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento dessa pesquisa podem gerar novos estudos. É possível realizar pesquisas mais aprofundadas nos pontos de vista, em que foi identificada maior dificuldade por parte dos atores do ecossistema de inovação fotovoltaico, para alcançar o desempenho plenamente competitivo.

Outro direcionamento é a realização da coleta de dados considerando ponderação do desempenho para à relevância dos atores nos diferentes grupos do ecossistema estudado. Tal ponderação possui objetivo de garantir a uniformidade dos desempenhos a serem representados a partir da modelagem. Por exemplo, para os atores que se enquadram nos grupos empresariais do ecossistema, podem ser atribuídas ponderações no que tange a classificação dos cargos exercidos pelos respondentes, já para as unidades consumidoras podem ser direcionadas ponderações a partir do período de conexão do sistema fotovoltaico à rede elétrica, calculado a partir da data de conexão, e, ou total da potência instalada na unidade. Ademais, mediante algumas adaptações a modelagem pode ser aplicada a outros setores.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10899:2013 – Energia Solar Fotovoltaica**, Terminologia. 2013.

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. **A hora e a vez da energia renovável**. 2017. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/a-hora-e-a-vez-da-energia-renovavel.html>>. Acesso em: dezembro de 2017.

ADAMS, M; OLESAK, M. **Innovation ecosystems: built from the bottom up I** - Capital Advisors. Washington DC, 2010.

ADNER, R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Harvard Business Review**, v. 84, n. 4, p. 98, 2006.

ADNER, R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. **Harvard business review**, v. 84, n. 4, p. 98, 2006.

_____; KAPOOR, R. Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. **Strategic Management Journal**, v. 31, n. 3, p. 306-333, 2010.

_____. Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. **Strategic management journal**, v. 31, n. 3, p. 306-333, 2010.

_____. Innovation ecosystems and the pace of substitution: Re- examining technology S- curves. **Strategic Management Journal**, v. 37, n. 4, p. 625-648, 2016.

ALLEN, D.; KERN, T.; HAVENHAND, M. ERP Critical Success Factors: An Exploration of the Contextual Factors in Public Sector Institutions. In: **Proceedings** of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2002.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações**. São Paulo: Atlas, 231 p. 2013.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Cadernos temáticos - Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2016. 31 p.

_____. **Capacidade de Geração no Brasil. BIG - Banco de Informações de Geração**. 2018. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em março de 2018.

_____. **Geração Distribuída fotovoltaica por Unidade Federativa**. 2018d. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp>. Acesso em março de 2018.

_____. **Resolução Normativa ANEEL n. 367, de 2 de junho de 2009**. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/glossario.cfm?att=G>> Acessado em: Junho, 2017. Acesso em janeiro de 2018.

_____. **Resolução Normativa nº687, de 24 de novembro de 2015.** Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em dezembro de 2017.

_____. **Unidades Consumidoras com geração distribuída por tipo de geração.** 2018a. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp>. Acesso em março de 2018.

_____. **Unidades Consumidoras com geração distribuída por classe de consumo.** 2018b. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Classe.asp>. Acesso em março de 2018.

_____. **Unidades consumidoras com geração distribuída por modalidade.** 2018c. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Modalidade.asp>. Acesso em março de 2018.

APOSTOLOPOULOS, N.; LIARGOVAS, P. Regional parameters and solar energy enterprises: Purposive sampling and group AHP approach. **International Journal of Energy Sector Management**, v. 10, n. 1, p. 19-37, 2016.

ARROYO, P.; CARRETE, L. Motivational drivers for the adoption of green energy. **Management Research Review**, 2019.

ARTZ, M.; HOMBURG, C.; RAJAB, T. Performance-measurement system design and functional strategic decision influence: The role of performance-measure properties. **Accounting, Organizations and Society**, v. 37, n. 7, p. 445-460, 2012.

BARTZ, T., SILUK, J. C. M. BARTH, L. E. Importance of industrial performance measurement in industry: a case study. **Revista Brasileira de Estratégia**, Curitiba, v. 4 (1), p. 91-104, 2011.

BASSANI, M. L. **A proteção do prossumidor na geração distribuída de energia elétrica.** Tese (Doutorado em Direito). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

BELTON, V.; STEWART, T. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach.** New York: Springer, 2001. 372 p.

BORGHESI, A.; MILANO, M. Merging Observed and Self-Reported Behaviour in Agent-Based Simulation: A Case Study on Photovoltaic Adoption. **Applied Sciences**, v. 9, n. 10, p. 2098, 2019.

BOSO, C. M. R.; GABRIEL, C. P. C.; FILHO, L. R. A. Análise de Custos dos Sistemas Fotovoltaicos on-grid e off-grid no Brasil. **Revista Científica**, v. 8, n. 12, 2005.

BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. **European journal of operational research**, v. 24, n. 2, p. 228-238, 1986.

BRUM, R. C. **Modelagem para a mensuração da competitividade na geração de energia fotovoltaica.** 2016. 109 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

BRUSONI, S.; PRENCIPE, A. The organization of innovation in ecosystems: Problem framing, problem solving, and patterns of coupling. In: **Collaboration and competition in business ecosystems**. Emerald Group Publishing Limited, 2013. p. 167-194.

CAI, J.; LIU, X.; XIAO, Z.; LIU, J. Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. **Decision Support System**, v. 46, p. 512-541, 2009.

CÂMARA, C. F. **Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. Monografia de Especialização em Fontes Alternativas de Energia. Universidade Federal de Lavras, UFLA, MG, 2011.

CAMARINHA-MATOS, L. M. et al. Collaborative services provision for solar power plants. **Industrial Management & Data Systems**, v. 117, n. 5, p. 946-966, 2017.

CARVALHO NETO, J. T, SALAZAR, A. O, LOCK, A. S. One Cycle Control Based Maximum Power Point Tracker Applied in Photovoltaic Systems. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 2, p. 602-609, 2016.

CATTELAN, V. D. **Modelagem para mensuração de desempenho competitivo das empresas do setor vitivinícola na região sul do Brasil**. 2015. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

CASSOL, A.; GONÇALO, C. R.; SANTOS, A.; RUAS, R. L. A administração estratégica do capital intelectual: um modelo baseado na capacidade absorptiva para potencializar inovação. **Revista Ibero Americana de Estratégia**, 15(1), 27-43. 2016.

CERTO, S. C.; PETER, J. P. **Administração estratégica: planejamento e implementação da estratégia**. São Paulo: Makron Book, 2005. 320 p.

CHEN, T. A flexible way of modeling the long-term cost competitiveness of a semiconductor product. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 29, n. 3, p. 31-40, 2013.

CHESBROUGH, H. W. **Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology**. Harvard Business Press, 2006.

_____; KIM, S.; AGOGINO, A. Chez Panisse: Building an open innovation ecosystem. **California management review**, v. 56, n. 4, p. 144-171, 2014.

CHUKHRAY, N. Competition as a strategy of enterprise functioning in the ecosystem of innovations. **ECONTECHMOD: An International Quarterly Journal on Economics of Technology and Modelling Processes**, v. 1, 2012.

CLÒ, S.; BATTLES, S.; ZOPPOLI, P. Policy options to improve the effectiveness of the EU emissions trading system: A multi-criteria analysis. **Energy Policy**, v. 57, p. 477-490, 2013.

COLLE, S.; PEREIRA, E. B. **Atlas de irradiação solar do Brasil**. Brasília: Laboratório de Energia Solar – LABSOLAR, 1998. 65 p.

CORAM, Alex; KATZNER, Donald W. Reducing fossil-fuel emissions: Dynamic paths for alternative energy-producing technologies. **Energy Economics**, 2018.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. **Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory**. Thousand Oaks: Sage, 2008.

CORRÊA, H. L.; JUNIOR, F. H. Sistemas de mensuração e avaliação de desempenho organizacional: Estudo de casos no setor químico no Brasil. **Revista Contábil e Financeira**, USP, São Paulo, v. 19, n. 48, p. 50-64, 2008.

COSTA, C. A. B. e; VANSNICK, J. C. **A theoretical framework for measuring attractiveness by a categorical based evaluation technique (MACBETH)**. In: Multicriteria Analysis. Springer, Berlin, Heidelberg, 1997. p. 15-24.

_____. MACBETH – An interactive path towards the construction of cardinal value functions. **International transactions in operational Research**, v. 1, n. 4, p. 489-500, 1994.

COSTA, R.; SILUK, J. C. M.; NEUENFELDT JUNIOR, A. L.; SOLIMAN, M.; NARA, E. O. B. A gestão da competitividade industrial por meio da aplicação dos métodos UP e multicritério no setor frigorífico de bovinos. **Ingeniare. Revista chilena de ingeniería**, v. 23, n. 3, p. 383-394, 2015.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papirus/Unicamp, 1994. 510 p.

_____. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papiros e Editora da Unicamp, 2002.

COX, R.; ISSA, R.; AHRENS, D. Management's Perception of Key Performance Indicators for Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 129 (2), p. 142-151, 2003.

DAIM, T. U. et al. Identification of energy policy priorities from existing energy portfolios using hierarchical decision model and goal programming: Case of Germany and France. **International Journal of Energy Sector Management**, v. 4, n. 1, p. 24-43, 2010.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de escalas Tipo Likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados? **Revista gestão organizacional**, v. 6, n. 3, 2014. Disponível em: <<https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/view/1386>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

DATTA, A. et al. Green energy sources (GES) selection based on multi-criteria decision analysis (MCDA). **International Journal of Energy Sector Management**, v. 5, n. 2, p. 271-286, 2011.

DAWSON, G. S.; DENFORD, J. S.; DESOUSA, K. C. Governing innovation in US state government: An ecosystem perspective. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 25, n. 4, p. 299-318, 2016.

DI SERIO, L. C.; VASCONCELLOS, M. A. **Estratégia e competitividade empresarial**. Editora Saraiva, 2017.

DOLOREUX, D.; LORD-TARTE, E. The organisation of innovation in the wine industry: Open innovation, external sources of knowledge and proximity. **European Journal of Innovation Management**, v. 16, n. 2, p. 171-189, 2013.

DOS SANTOS, M. L. B.; ZATTAR, I. C. A importância da Gestão do Conhecimento para o funcionamento dos Ecossistemas de Inovação. **Journal on Innovation and Sustainability**, São Paulo, v. 10, n.1, p48-56, 2019.

DOS SANTOS CARSTENS, D. D.; DA CUNHA, S. K. Challenges and opportunities for the growth of solar photovoltaic energy in Brazil. **Energy policy**, v. 125, p. 396-404, 2019.

DOUMPOS, M.; GRIGOROUDIS, E. **Multicriteria decision aid and artificial intelligence: links, theory and applications**. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2013. 368 p.

EIA - US ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. Annual Energy Outlook 2011: With Projections to 2035. Government Printing Office, 2011.. International Energy Outlook 2017 Overview. **U.S. Energy Information Administration**, v. IEO2017, n. 2017, p. 143, 2017. Disponível em: <[https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf)> Acesso em janeiro de 2018.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão – metodologia para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis: Insular, 2001. 296 p.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Análise da inserção da geração solar na matriz elétrica brasileira. **Nota Técnica da EPE**, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://bibliotecadigital.seplan.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/242/NT_EnergiaSolar_2012.pdf?sequence=1>. Acesso em novembro de 2017.

_____. **Balanco Energético Nacional 2017: Ano base 2016 / Empresa de Pesquisa Energética**. – Rio de Janeiro : EPE, 292 p. 2017.

_____. Cenário econômico 2050 e NOTA TÉCNICA DEA 13/14 Demanda de Energia. **Nota Técnica da EPE**, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos/Paginas/default.aspx?CategoriaID=346>>. Acesso em novembro de 2017.

_____. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos**. Nota Técnica DEA 19/14. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 60 p.

_____. Ministério das Minas e Energia (MME). **Consumo anual de energia elétrica por classe (nacional) – 1995-2015**. Rio de Janeiro, 2015.

FARRELL, Diana. The real new economy. **Harvard Business Review**, v. 81, n. 10, p. 104-12, 138, 2003.

FERNANDES, B. H. R. **Competências e desempenho organizacional: o que há além do Balanced Scorecard**. São Paulo: Saraiva, 2006.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil: desafios competitivos para a indústria**. Rio de Janeiro: Campus, 1996. 386 p.

FISHBURN, P. C. Utility theory for decision making. **Publications in Operations Research**, n. 18, 1970.

FLEISHER, C. S.; BENSOUSSAN, B. E. **Business and competitive analysis: effective application of new and classic methods**. FT Press, 2015.

FRANCO-SANTOS, M.; KENNERLEY, M.; MICHELI, P.; MARTINEZ, V.; MASON, S.; MARR, B.; GRAY, D.; NEELY, A. Towards a definition of a business performance measurement system. **International Journal of Operations e Production Management**, v. 27, p. 784-801, 2007.

FRIKHA, A.; MOALLA, H. Analytic hierarchy process for multi-sensor data fusion based on belief function theory. **European Journal of Operational Research**, v. 241, n. 1, p. 133-147, 2015.

FU, R.; JAMES, T. L.; WOODHOUSE, M. Economic measurements of polysilicon for the photovoltaic industry: market competition and manufacturing competitiveness. **IEEE Journal of Photovoltaics**, v. 5, n. 2, p. 515-524, 2015.

FULGENCIO, H. Social value of an innovation ecosystem: the case of Leiden Bioscience Park, The Netherlands. **International Journal of Innovation Science**, v. 9, n. 4, p. 355-373, 2017.

GARLET, T. B. et al. Paths and barriers to the diffusion of distributed generation of photovoltaic energy in southern Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 111, p. 157-169, 2019.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOETZBERGER, A.; HEBLING, C.; SCHOCK, H. W. Photovoltaic materials, history, status and outlook. **Materials Science and Engineering: R: Reports**, v. 40, n. 1, p. 1-46, 2003.

GOMES, C. F.; GOMES, L. F. A. M. **Tomada de decisão gerencial: Enfoque Multicritério**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GOMES, L. A. de V.; FACIN, A. L. F.; SALERNO, M. S.; IKENAMI, R. K. Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. **Technological Forecasting and Social Change**, 2016.

GUARNIERI, P. Síntese dos Principais Critérios, Métodos e Subproblemas da Seleção de Fornecedores Multicritério. **RAC-Revista de Administração Contemporânea**, v. 19, n. 1, 2015.

HAIR JR., J. F.; BABIN, B.; MONEY, A. H.; SAMOUEL, P. **Fundamentos de métodos de pesquisa em Administração**. São Paulo: Artmed, 2005.

HANNAH, D. P.; BREMNER, R. P.; EISENHARDT, K. M. Resource redeployment in business ecosystems. In: **Resource redeployment and corporate strategy**. Emerald Group Publishing Limited, 2016. p. 19-48.

- HELLSTRÖM, M. TSVETKOVA, A.; GUSTAFSSON, M.; WIKSTRÖM, K. Collaboration mechanisms for business models in distributed energy ecosystems. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 226-236, 2015.
- HILL, C. W.; JONES, G. R. **Strategic management theory: an integrated approach**. Independence: Cengage Learning, 2012, 560 p.
- HOLDERMANN, C.; KISSEL, J.; BEIGEL, J. Distributed photovoltaic generation in Brazil: An economic viability analysis of small-scale photovoltaic systems in the residential and commercial sectors. **Energy Policy**, v. 67, p. 612-617, 2014.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores entre municípios e estados**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em março de 2018.
- IEA – International Energy Agency. **Energy Technology Perspectives**. 2010. Disponível em: <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/etp2010.pdf>>. Acesso em dezembro de 2017.
- IENCIU, N. M.; MATIS, D. A theoretical framework of intellectual capital. **International Journal of Business Research**, 11 (2). 2011.
- IKENAMI, R. K.; GARNICA, L. A.; RINGER, N. J. Ecosistemas de inovação: abordagem analítica da perspectiva empresarial para formulação de estratégias de interação. **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**, v. 7, n. 1, 2016.
- ISENBERG, D. **The Big Idea: How to Start an Entrepreneurial Revolution**. Harvard Business Review, Boston, 2011. Disponível em: <<https://hbr.org/2010/06/the-big-idea-how-to-start-an-entrepreneurial-revolution>>. Acesso em dezembro de 2017.
- JACKSON, D. J. What is an innovation ecosystem. **National Science Foundation**, v. 1, 2011.
- JAGER-WALDAU, A. European Photovoltaics in world wide comparison. **Journal of non-crystalline solids**, v. 352, n. 9-20, p. 1922-1927, 2006.
- KACZAM, F. **Modelagem para a mensuração do desempenho das capacidades de inovação de startups inteligentes**. 2019. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2019.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A execução premium**. Rio de Janeiro: Campus, 2008. 344 p.
- KAPOOR, R.; LEE, J. M. Coordinating and competing in ecosystems: How organizational forms shape new technology investments. **Strategic Management Journal**, v. 34, n. 3, p. 274-296, 2013.
- KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives - Preferences and Value Tradeoffs**. Wiley: New York, 1976.
- KRISTANDL, G.; BONTIS, N. Constructing a definition for intangibles using the resource based view of the firm. **Management decision**, v. 45, n. 9, p. 1510-1524, 2007.

KOLLOCH, M.; DELLERMANN, D. Digital innovation in the energy industry: the impact of controversies on the evolution of innovation ecosystems. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 254-264, 2018.

LACERDA, J. S.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M. Diversity in solar photovoltaic energy: Implications for innovation and policy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 331-340, 2016.

LAMBERTI, L.; NOCI, G. Marketing strategy and marketing performance measurement system: Exploring the relationship. **European Management Journal**, v. 28, n. 2, p. 139-152, 2010.

LATORRE, V.; ROBERTS, M.; RILEY, M. J. Development of a systems dynamics framework for KPIs to assist project managers' decision making processes. **Revista de la Construcción**, v. 9, n. 1, p. 39-49, 2010.

LEE, S.; NAM, Y.; LEE, S.; SON, H. Determinants of ICT innovations: A cross-country empirical study. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 110, p. 71-77, 2016.

LETAIFA, S. B. The uneasy transition from supply chains to ecosystems: The value-creation/value-capture dilemma. **Management Decision**, v. 52, n. 2, p. 278-295, 2014.

LIN, J.; CHINTHAVALI, S.; STAHL, C. D.; STAHL, C.; LEE, S.; SHANKAR, M. Ecosystem discovery: Measuring clean energy innovation ecosystems through knowledge discovery and mapping techniques. **The Electricity Journal**, v. 29, n. 8, p. 64-75, 2016.

LOVE, P. E. D.; LIU, J.; MATTHEWS, J.; SING, C. P.; SMITH, J. Future proofing PPPs: Life-cycle performance measurement and building information modelling. **Automation in Construction**, v. 56, p. 26-35, 2015.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

MARCONI, M. A. LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARESCHAL, B.; BRANS, J. P.; VINCKE, P. **PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis**. ULB-Universite Libre de Bruxelles, 1984.

MARINHO, S. V.; CAGNIN, C. The roles of FTA in improving performance measurement systems to enable alignment between business strategy and operations: Insights from three practical cases. **Futures**, v. 59, p. 50-61, 2014.

MARINS, F. A. S.; PEREIRA, M. S.; BELDERRAIN, M. C. N.; URBINA, L. M. S. **Métodos de tomada de decisão com múltiplos critérios: aplicações na indústria aeroespacial**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2010.

MARQUES, K. F. S. **Diagnóstico da Gestão da Inovação no Varejo Nacional**. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

MARSHALL, A. **Principles of Economics: An introductory volume**. London: Macmillan, 1961.

MICHELIN, C. de F. **Modelo de mensuração da competitividade em empresas de base tecnológica na perspectiva do comportamento empreendedor do gestor diante do ciclo organizacional do negócio**. Tese (Doutorado em Administração) Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e gestão de operações**. São Paulo: Campus, 2011.

MILES, R. E.; SNOW, C. C. **Organizational strategy, structure and process**. New York, Mc Graw–Hill, 1994.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Energia solar no Brasil e no mundo: ano de referência 2016**. 2017. Disponível em:

<<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/17+-+Energia+Solar+-+Brasil+e+Mundo+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/4b03ff2d-1452-4476-907d-d9301226d26c;jsessionid=41E8065CA95D1FABA7C8B26BB66878C9.srv154>>. Acesso em janeiro de 2018.

MOMAYA, K. S. City clusters and break-out in corporate competitiveness: Patterns and perspectives focusing on innovation capabilities and India. **Competitiveness Review**, v. 26, n. 4, p. 415-434, 2016.

MOORE, J. F. Predators and prey: a new ecology of competition. **Harvard Business Review**, v. 71, n. 3, p. 75-86, 1993.

_____. Business ecosystems and the view from the firm. **The antitrust bulletin**, v. 51, n. 1, p. 31-75, 2006.

_____. **The death of competition: leadership and strategy in the age of business ecosystems**. New York: HarperBusiness, 1996. 297 p.

MOSIÑO, A. Producing energy in a stochastic environment: Switching from non-renewable to renewable resources. **Resource and Energy Economics**, v. 34, n. 4, p. 413-430, 2012.

NARAYAN, S.; DOYTCH, N. An investigation of renewable and non-renewable energy consumption and economic growth nexus using industrial and residential energy consumption. **Energy Economics**, v. 68, p. 160-176, 2017.

NASCIMENTO, R. L. **Estudo técnico – Consultoria legislativa**. Energia solar no Brasil: situação e perspectivas. 2017. Disponível em:

<http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1>. Acesso em janeiro de 2018.

NEELY, A. **Business Performance Measurement: Theory and practice**. 2ª Ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

NELSON, J. **The physics of solar cells**. World Scientific Publishing Company, 2003.

NEUENFELDT JUNIOR, A. L. **Modelagem para a Mensuração de Desempenho do Sistema BRT no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

NIVEN, P. **Balanced Scorecard Step-by-Step: Maximizing Performance and Maintaining Results**. 2º Ed., New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2006.

OBERSCHMIDT, J. et al. Modified PROMETHEE approach for assessing energy technologies. **International Journal of Energy Sector Management**, v. 4, n. 2, p. 183-212, 2010.

OLIVEIRA, V. H. M.; MARTINS, C. H. **AHP: Ferramenta multicritério para tomada de decisão – shopping centers**. 1 Ed. Curitiba: Apporis, 124 p. 2015.

PADMANATHAN, K. et al. Integrating solar photovoltaic energy conversion systems into industrial and commercial electrical energy utilization—A survey. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 10, p. 39-54, 2018.

PARIDA, B.; INIYAN, S.; GOIC, R. A review of solar photovoltaic technologies. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 15, n. 3, p. 1625-1636, 2011.

PARMENTER, D. **Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs**. 2. ed. Wiley: Hoboken, 2010.

_____. **Key performance indicators for government and non profit agencies**. New Jersey: Wiley, 309 p. 2012.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. J. L. de; RÜTHER, R.; ABREU, S. L. de; TIEPLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. de. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 88 p. 2017.

PETERS, M. D.; WIEDER, B.; SUTTON, S. G.; WAKEFIELD, J. Business intelligence systems use in performance measurement capabilities: Implications for enhanced competitive advantage. **International Journal of Accounting Information Systems**, v. 21, p. 1-17, 2016.

PONSIOEN, T. C.; VIEIRA, M. D. M.; GOEDKOOP, M. J. Surplus cost as a life cycle impact indicator for fossil resource scarcity. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 19, n. 4, p. 872-881, 2014.

PORTER, M. E. **Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions**. Harvard Business School Press. Boston, pp. 197-299, 1998.

_____. **Competição** - Edição Revista e Ampliada. 1 ed. São Paulo, SP: Campus, 2009. 584 p.

_____. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro, Campus, 2009a. 362 p.

POWER, D. **Decision support systems: concepts and resources for managers**. Westport: Praeger, 2002. 272 p.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, C. E. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RABELO, R. J.; BERNUS, P. A holistic model of building innovation ecosystems. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n. 3, p. 2250-2257, 2015.

REN 21. **Renewables 2016 - Global Status Report**. Disponível em:
<http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/05/GSR_2016_Full_Report_lowres.pdf>.
Acesso em novembro de 2017.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2011.

RIGO, P. D. et al. Evaluation of the Success of a Small-Scale Photovoltaic Energy System. **IEEE Latin America Transactions**, v. 17, n. 09, p. 1474-1481, 2019.

RONG, K.; SHI, Y.; YU, J. Nurturing business ecosystems to deal with industry uncertainties. **Industrial management & data systems**, v. 113, n. 3, p. 385-402, 2013.

_____; WU, J.; SHI, Y.; GUO, L. Nurturing business ecosystems for growth in a foreign market: Incubating, identifying and integrating stakeholders. **Journal of International Management**, v. 21, n. 4, p. 293-308, 2015.

ROSA, C. B. et al. Development of a computational tool for measuring organizational competitiveness in the photovoltaic power plants. **Energies**, v. 11, n. 4, p. 867, 2018.

ROSA, C. B.; SILUK, J. C. M.; MICHELS, L. Proposal of the Instrument for Measuring Innovation in the Generation Photovoltaics. **IEEE Latin America Transactions**, v. 14, n. 11, p. 4534-4539, 2016.

ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples. **Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle**, v. 2, n. 8, p. 57-75, 1968.

_____. **Méthodologie multicritère d'aide à la Décision**. Paris: Economica, 1985. 424 p.

_____. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Springer Science & Business Media, 2013.

_____. **Multicriteria methodology for decision aiding**, volume 12 of nonconvex optimization and its applications, 1996.

_____; BERTIER, P. **La méthode ELECTRE II: une méthode de classement en présence de critères multiples**. 1971.

_____; HUGONNARD, J. C. **Classement des prolongements de lignes de stations en banlieu parisienne**. Cahiers u LAMSADE. Université Dauphine et RATP. Paris, 1981.

_____; SKALKA, J. M. **ELECTRE IS: aspects méthodologiques et guide d'utilisation**, université. Paris-Dauphine, Document du LAMSADE, n. 30, 1985a.

RUSSO-SPENA, T.; TREGUA, M.; BIFULCO, F. Searching through the jungle of innovation conceptualisations: System, network and ecosystem perspectives. **Journal of Service Theory and Practice**, v. 27, n. 5, p. 977-1005, 2017.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of mathematical psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

_____. Decision making with dependence and feedback: The analytic network process. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 12, p. 3211-3221, 1996.

_____. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1(1), p. 83-98, 2008.

_____. Fundamentals of the analytic network process—Dependence and feedback in decision-making with a single network. **Journal of Systems science and Systems engineering**, v. 13, n. 2, p. 129-157, 2004.

_____. Fundamentals of the analytic network process—multiple networks with benefits, costs, opportunities and risks. **Journal of systems science and systems engineering**, v. 13, n. 3, p. 348-379, 2004a.

_____. **The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation**. New York: McGraw, v. 281, 1980.

_____; VARGAS, L. G. **Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process**. Springer Science & Business Media, 2012.

_____. **Métodos de Análise Hierárquica**. São Paulo: Ed. Makron Books, 1991. 367 p.

SAIDI, K.; RAHMAN, M. M.; AMAMRI, M. The causal nexus between economic growth and energy consumption: New evidence from global panel of 53 countries. **Sustainable cities and society**, v. 33, p. 45-56, 2017.

SAMPAIO, P. G. V.; GONZÁLEZ, M. O. A. Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 74, p. 590-601, 2017.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. del P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, A. M. **Avaliação da competitividade em empresas de base tecnológica**. 2017. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2017.

SHAUGHNESSY, H. Crowdsourcing the ecosystem's expectations: a decision-making process to manage the unmanageable. **Strategy & Leadership**, v. 42, n. 3, p. 3-8, 2014.

SILUK, J. C. **Modelo de gestão organizacional com base em um sistema de avaliação de desempenho**. 176 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, J. L. S. et al. Industry 4.0 approach aligned with the challenges of grid-connected photovoltaic systems. In: 2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference-Latin America (ISGT Latin America). **IEEE**, p. 1-6, 2019.

SILVA, M. E.; SOUSA, I. G.; FEITOSA, M. J. S.; BALBINO, B. P.; CORREIA, S. E. N. O desempenho empresarial como reflexo de uma mudança organizacional: a análise de um grupo de empreendimentos no Estado da Paraíba. **Reuna**, v. 15, n. 1, p. 33-45, 2010.

SILVA, S.; SOARES, I.; AFONSO, O. Economic and environmental effects under resource scarcity and substitution between renewable and non-renewable resources. **Energy Policy**, v. 54, p. 113-124, 2013.

SKINNER, D. C. **Introduction to decision analysis**. Sugar Land: Probabilistic Publishing, 2009. 368 p.

SOLIMAN, M. **Avaliação da competitividade em indústrias de transformação de plástico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

SOUZA, J. L. de.; R. M. NICÁCIO, R. M.; MOURA, M. A. L. Global solar radiation measurements in Maceió, Brazil. **Renewable Energy**, v. 30, p. 1203-1220, 2005.

STORCH, L. A.; NARA, E. O. B.; KIPPER, L. M. The use of process management based on a systemic approach. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 62, n. 7, p. 758-773, 2013.

STRITESKA, M.; ZAPLETAL, D.; JELINKOVA, L. An empirical study of key factors to effectively operate strategic performance management system. **Academy of Strategic Management Journal**, v. 17, n. 6, 2018. Disponível em: <<https://www.abacademies.org/articles/an-empirical-study-of-key-factors-to-effectively-operate-strategic-performance-management-system-7697.html>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

SURIE, G. Creating the innovation ecosystem for renewable energy via social entrepreneurship: Insights from India. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 121, p. 184-195, 2017.

THOMAS, M.; WALBURN, D. **Innovation ecosystems as drivers of regional innovation - validating the ecosystem**. 2014. Disponível em: <<http://www.know-hub.eu/knowledge-base/videos/innovation-ecosystems-as-drivers-of-regional-innovation-validating-the-ecosystem.html>>. Acesso em novembro de 2017.

TIBA, C. (Coord.). **Atlas Solarimétrico do Brasil**: banco de dados solarimétricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. 111 p.

TISOTT, S. T.; RIZZO, M. R.; MOURA, R. G. G.; VELOSO, V. L. Desempenho e análise da utilização do Balanced Scorecard na companhia de transmissão de energia elétrica paulista – CTEEP, **REUNA**, v. 16, n. 2, p. 35-52, 2011.

TOOR, S. U. R.; OGUNLANA, S. O. Construction professionals' perception of critical success factors for large-scale construction projects. **Construction Innovation**, v. 9, p. 149-167, 2008.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.

URBANETZ JUNIOR, J.; CASAGRANDE JUNIOR, E. Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede Elétrica do Escritório Verde da UTFPR. **VIII Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**, 2012.

VALMOHAMMADDI, C.; SERVATI, A. Performance Measurement System implementation using Balanced Scorecard and statistical methods. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 5, p. 493-511, 2011.

VAN DER STEDE, W. A.; CHOW, C. W.; LIN, T. W. Strategy, choice of performance measures, and performance. **Behavioral Research in Accounting**, v. 18, p. 185-205, 2006.

VANEK, F.M.; ALBRIGHT, L.D.; ANGENENT, L.T. **Energy Systems Engineering Evaluation and Implementation**. 2 ed. McGraw Hill. United States of America, 2012.

VINCKE, P. P. **Multicriteria decision-aid**. England: John Wiley & Sons, 1992.

VOLCHKO, Y.; NORRMAN, J.; RÓSEN, L.; BERGKNUT, M.; JOSEFSSON, S.; SÖDERQVIST, T.; NORBERG, T.; WILBERG, K.; TYSKLIND, M. Using soil function evaluation in multi-criteria decision analysis for sustainability appraisal of remediation alternatives. **Science of the Total Environment**, v. 485, p. 785-791, 2014.

WAGGONER, D. B.; NEELY, A. D.; KENNERLEY, M. P. The forces that shape organisational Performance Measurement System: An interdisciplinary review. **International Journal of Production Economics**. Editora Elsevier, v. 60, p. 53-60, 1999.

WALLENIOUS, J.; DYER, J. S.; FISHBURN, P. C.; STEUER, R. E.; ZIONTS, S.; DEB, K. Multiple criteria decision making, multipleattribute utility theory. **Management Science**, v. 54 (7), p. 1336 – 1349, 2008.

WALRAVE, B.; TALMAR, M. PODOYNITSYNA, K. S.; ROMME, A. G. L.; VERBONG, G. P. J. A multi-level perspective on innovation ecosystems for path-breaking innovation. **Technological Forecasting and Social Change**, 2017.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Soluções enxutas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 290 p.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Editora Penso, 2016. 592 p.

ZHU, B.; XU, Z. Analytic hierarchy process-hesitant group decision making. **European Journal of Operational Research**. v. 239, 2014. Disponível em: <
https://www.researchgate.net/publication/277598529_Analytic_hierarchy_process-hesitant_group_decision_making >. Acesso em março de 2018. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2014.06.019>.

ZUPIC, I., ATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, 18(3), 429–472. 2014.
<http://doi.org/10.1177/1094428114562629>.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

DIAGNÓSTICO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Gostaria de convidá-lo a participar de uma pesquisa de caráter científico, conduzida por uma estudante de doutorado da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pertencente ao Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC) sob a orientação do Professor Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk.

O objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo capaz de medir e avaliar o nível de competitividade do ecossistema de inovação no setor de energia fotovoltaica, nos âmbitos estrutural e empresarial.

Este instrumento de coleta de dados tem por objetivo mensurar o nível do desempenho competitivo do ecossistema de inovação ao qual sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, está inserida. Para isso, você irá responder o instrumento em duas partes. A primeira parte consiste na resposta de informações gerais. Na segunda parte, as perguntas devem ser respondidas de acordo com sua realidade, percepção e experiência com o setor de energia solar fotovoltaica. Após a resposta de cada questão, você também deve informar o nível de importância desse fator perante o desempenho do ecossistema de inovação do setor de energia solar fotovoltaica.

* Resposta obrigatória



Os dados coletados nesse questionário são mantidos em sigilo comercial, e serão utilizados unicamente para fins acadêmicos. Você AUTORIZA o uso dos dados obtidos?*

Sim

INFORMAÇÕES GERAIS

1. Qual é o nome da sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição?*

(Digite) _____

2. Qual é o seu nome?

(Digite) _____

3. Qual é o seu e-mail para contato?*

(Digite) _____

4. Marque a opção na qual você visualiza a sua atuação no ecossistema fotovoltaico (caso você possua atuação em mais de uma das opções, marque todas as alternativas correspondentes):*

- Empresa fabricante de equipamento que compõe o sistema fotovoltaico ou desenvolvedora de software de monitoramento desse sistema
- Empresa distribuidora
- Empresa integradora
- Unidade prosumidora
- Concessionária de energia
- Agência regulamentadora
- Associação
- Instituição de ensino e pesquisa

5. Se você representa uma empresa fabricante de equipamento que compõe o sistema fotovoltaico ou desenvolvedora de software de monitoramento desse sistema, especifique o(s) produto(s):

- Célula fotovoltaica
- Módulo
- Inversor
- Cabos
- Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS)
- Disjuntor
- String box
- Estrutura metálica
- Medidor
- Software de monitoramento

6. Se você representa uma Unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), especifique a classe de consumo:

- Comercial
- Industrial
- Residencial
- Iluminação pública
- Rural
- Poder público
- Serviço público

7. Em qual cidade e estado a sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, está instalada?*

(Digite) _____

CAPITAL HUMANO

1.1.1 (Formação acadêmica). Qual é o grau de formação acadêmica que você possui?*

- Doutorado ou pós-doutorado
- Especialização ou mestrado
- Graduação
- Ensino Fundamental ou Médio
- Não possuo formação acadêmica

Importância do KPI 1.1.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.1.2 (Formação internacional na área). Qual é o grau de formação internacional na área de energia que você possui?*

- Pós-doutorado
- Doutorado
- Mestrado
- Especialização
- Não possui formação internacional na área

Importância do KPI 1.1.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.2.1 (Conhecimento informal). Você possui conhecimento informal, ou seja, já realizou leituras de materiais relacionados à eficiência energética e, em especial sobre a geração de energia solar fotovoltaica através dos diferentes meios de comunicação?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.2.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.2.2 (Conhecimento técnico). Você possui conhecimento técnico, ou seja, sabe identificar os fatores responsáveis pela máxima eficiência na geração de energia fotovoltaica (potência do painel, local da instalação, orientação e inclinação do painel, temperatura, sombreamento, dentre outras questões técnicas)?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.2.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.3.1 (Capacitação em inovação). Em média, o número de horas de treinamento e capacitações em inovação que você realiza por ano (h/ano) é?*

- Maior ou igual a 30
- Maior ou igual a 20 e menor que 30
- Maior ou igual a 10 e menor que 20

- Maior que 0 e menor que 10
- Não realizo esse tipo de capacitação

Importância do KPI 1.3.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.3.2 (Capacitação em tecnologias associadas ao setor de energia). Em média, o número de horas de treinamento e capacitações em tecnologias associadas à área de produção/consumo de energia que você realiza por ano (h/ano) é?*

- Maior ou igual a 30
- Maior ou igual a 20 e menor que 30
- Maior ou igual a 10 e menor que 20
- Maior que 0 e menor que 10
- Não realizo esse tipo de capacitação

Importância do KPI 1.3.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.4.1 (Atualização sobre tendências tecnológicas). Você possui hábito de se atualizar sobre novas tendências tecnológicas e de processos associados à geração distribuída ou energia fotovoltaica, através de leituras sistemáticas nos diferentes meios de comunicação?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.4.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.4.2 (Atualização sobre tarifação de energia). Você possui hábito de se atualizar sobre tarifação de energia, através de leituras sistemáticas nos diferentes meios de comunicação?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.4.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.4.3 (Participação em eventos tecnológicos). Você participou de eventos tecnológicos (seminários, palestras, congressos, exposições) sobre temáticas ligadas às fontes de energia renovável e/ou inovação no último ano?*

- Eventos internacionais
- Eventos nacionais
- Eventos regionais
- Eventos locais
- Não participei de eventos sobre essa temática

Importância do KPI 1.4.3:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.5.1 (Experiências anteriores). Você possui experiências anteriores associadas à área de energia renovável?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.5.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.5.2 (Tempo de experiência). Qual o tempo de experiência que você possui associado à área de energia solar fotovoltaica?*

- Maior ou igual a 10 anos
- Maior ou igual a 7 e menor que 10
- Maior ou igual a 4 e menor que 7
- Maior que 1 e menor que 3
- Menor que 1 ano

Importância do KPI 1.5.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.6.1 (Cultura de desenvolvimento sustentável). Em que nível de cultura de desenvolvimento sustentável sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição se encontra?*

- Muito avançado
- Avançado
- Intermediário
- Pouco avançado
- Inexistente

Importância do KPI 1.6.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.6.2 (Consciência sobre uso racional de energia). Qual o nível de conscientização sobre consumo racional de energia e eficiência energética existente na sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição?*

- Muito avançado
- Avançado
- Intermediário
- Pouco avançado

Inexistente

Importância do KPI 1.6.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.7.1 (Referência em inovação). Você considera sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, uma referência em inovação e desenvolvimento de novas tecnologias?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.7.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.7.2 (Referência em geração de energia fotovoltaica). Você considera sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, uma referência em geração de energia solar fotovoltaica?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.7.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.8.1 (Inclinação à criatividade). Você se considera ou considera que sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação,

agência ou instituição, possui inclinação à criatividade (potencial da mente para conceber novas ideias)?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.8.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.8.2 (Inclinação à inovação). Você se considera ou considera que sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, possui inclinação à inovação (introduzir uma mudança para transformar uma ideia em algo viável)?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.8.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.9.1 (Postura proativa para o setor). Você se considera ou considera que sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, possui uma postura proativa (comportamento antecipado em relação a alguma situação) para o setor (ex.: lobby, mobilização)?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.9.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.9.2 (Postura proativa para o negócio). Você se considera ou considera que sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, possui uma postura proativa (comportamento antecipado em relação a alguma situação) para o negócio (ex.: novos negócios)?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.9.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.10.1 (Envolvimento com o projeto fotovoltaico). Você se envolveu ou se envolve com o desenvolvimento dos projetos de sistemas fotovoltaicos profundamente, a ponto de conhecê-lo em nível de detalhe?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.10.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.11.1 (Reconhecimento dos resultados inovadores). Você reconhece os resultados inovadores que o investimento em geração de energia solar fotovoltaica vem possibilitando?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente

- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.11.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.11.2 (Satisfação com resultados econômicos). Você se considera satisfeito com os resultados econômicos que o investimento em geração de energia solar fotovoltaica vem possibilitando?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.11.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.11.3 (Satisfação com resultados sociais). Você se considera satisfeito com os resultados sociais que o investimento em geração de energia solar fotovoltaica vem possibilitando?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.11.3:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.11.4 (Satisfação com resultados ambientais). Você se considera satisfeito com os resultados ambientais que o investimento em geração de energia solar fotovoltaica vem possibilitando?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.11.4:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.12.1 (Motivação ao investimento). Você se considera motivado a continuar investindo em geração de energia fotovoltaica?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.12.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

1.13.1 (Capacidade de assumir riscos). Para você, os riscos e os erros são permitidos na busca de novas soluções energéticas?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 1.13.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

CAPITAL DE RELACIONAMENTO

2.1.1 (Relação com os fornecedores). Como é a relação com os fornecedores do setor de energia solar fotovoltaica?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.1.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.2.1 (Relação com os clientes). Como é relação com os clientes do setor de energia solar fotovoltaica?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.2.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.3.1 (Relação com concessionárias de energia). Como é relação com as concessionárias de energia?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.3.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.4.1 (Relação com os concorrentes). Como é relação com os concorrentes do setor de energia solar fotovoltaica?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.4.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.4.2 (Benchmarking). Você realiza benchmarking a fim de obter aprendizado pautado na busca contínua por melhorias, através da absorção das melhores práticas realizadas pelas demais organizações do setor de energia solar fotovoltaica?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 2.4.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.5.1 (Relação com instituições de ensino e pesquisa). Como é relação com universidades, institutos de pesquisa e/ou escolas técnicas no sentido de fortalecer sua base de conhecimento e promover a troca de informações?*

- Muito eficaz
- Eficaz

- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.5.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.6.1 (Relação com entidades setoriais). Como é a relação com entidades setoriais no sentido de fortalecer sua base de conhecimento e promover a troca de informações?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.6.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.6.2 (Filiação às entidades setoriais). Possui filiação às entidades setoriais (ABSOLAR, ABGD, ABENS, etc.) com qual abrangência?*

- Internacional
- Nacional
- Estadual
- Municipal
- Não possui filiação às entidades setoriais

Importância do KPI 2.6.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.7.1 (Relação com agências regulamentadoras). Como é a relação com as agências regulamentadoras do setor de energia elétrica (ex.: ANEEL) a fim de manter-se alinhado às normatizações dessa atividade econômica?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.7.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.8.1 (Relação com organizações não governamentais). Como é a relação com as Organizações não Governamentais (ONGs) que possuem ligação ao setor no sentido de fortalecer sua base de conhecimento e promover a troca de informações?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.8.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.9.1 (Relação com órgãos ambientais). Como é a relação com órgãos ambientais no sentido de estar atualizado no que tange às obrigações da atividade de geração de energia elétrica associada à preservação e defesa do meio ambiente?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.9.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.10.1 (Relações políticas). A sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, participa de ações políticas, ou seja, de representação dos interesses do setor junto a governos em qual nível?*

- Internacional
- Nacional
- Estadual
- Municipal
- Não participa

Importância do KPI 2.10.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.11.1 (Relação com agentes financiadores). Como é a relação com os agentes financiadores para sistemas fotovoltaicos?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.11.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.12.1 (Relação com seguradoras). Como é a relação com as seguradoras para sistemas fotovoltaicos?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.12.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.13.1 (Relação com assessorias e consultorias do setor). Como é a relação com assessorias e consultorias do setor fotovoltaico?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.13.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.14.1 (Acompanhamento de conteúdo). Você realiza acompanhamento de conteúdo divulgado na internet por demais usuários sobre eficiência energética e geração distribuída?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 2.14.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.14.2 (Compartilhamento de conteúdo). Você compartilha conteúdo na internet sobre eficiência energética e geração distribuída?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 2.14.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.14.3 (Elaboração e divulgação de conteúdo). Você elabora e após realiza a divulgação na internet de conteúdo sobre eficiência energética e geração distribuída?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 2.14.3:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.15.1 (Existência de políticas sustentáveis na cidade de instalação). Você concorda que existem políticas sustentáveis na sua cidade?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 2.15.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.15.2 (Existência de eficiência energética em prédios públicos). Você concorda que existe eficiência energética em prédios públicos de sua cidade?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 2.15.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.16.1 (Relação com o mercado fotovoltaico nacional). Como é a relação da sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, com o mercado fotovoltaico nacional?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.16.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.16.2 (Relação com o mercado fotovoltaico internacional). Como é a relação da sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição com o mercado fotovoltaico internacional?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 2.16.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

2.17.1 (Certificação ambiental e de qualidade). A sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição possui certificações ambientais e/ou de qualidade em qual nível?*

- Internacional
- Nacional
- Estadual
- Municipal
- Não possui certificação

Importância do KPI 2.17.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

CAPITAL ESTRUTURAL

3.1.1 (Conhecimento da regulamentação). A sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição possui todas as informações atualizadas quanto à regulamentação (deveres e direitos) da atividade?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 3.1.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.2.1 (Referências sobre qualidade técnica). A sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição possui referências sobre padrões de qualidade técnica dos equipamentos utilizados no sistema solar fotovoltaico?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 3.2.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.3.1 (Acompanhamento e registro de manutenções). A sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição realiza acompanhamento e registro sistemático das manutenções no sistema solar fotovoltaico?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 3.3.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.4.1 (Monitoramento do estado de uso). A sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição realiza monitoramento do estado de uso do sistema solar fotovoltaico?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes

- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 3.4.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.5.1 (Comunicação com os demais atores do setor). Como a sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, percebe a comunicação com os demais atores do setor fotovoltaico (ex.: uso de Tecnologia da Informação e Comunicação)?*

- Muito eficaz
- Eficaz
- Intermediária
- Pouco eficaz
- Inexistente

Importância do KPI 3.5.1:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.5.2 (Utilização de aplicativos para gestão da energia). A sua empresa, unidade prosumidora (consumidora e produtora de energia), concessionária de energia, associação, agência ou instituição, utiliza aplicativos para gestão da energia?*

- Concordo totalmente
- Concordo em partes
- Indiferente
- Discordo em partes
- Discordo totalmente

Importância do KPI 3.5.2:*

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.6.1 (Proximidade com instalações de unidades prosumidoras). Existe incidência de unidades prosumidoras (consumidora e produtora de energia) instaladas nas proximidades?*

- Existe muita incidência
- Existe incidência
- Incidência intermediária
- Existe pouca incidência
- Inexistente

Importância do KPI 3.6.1:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.6.2 (Proximidade com instalações de empresas do setor). Existe incidência de empresas do setor fotovoltaico instaladas nas proximidades?*

- Existe muita incidência
- Existe incidência
- Incidência intermediária
- Existe pouca incidência
- Inexistente

Importância do KPI 3.6.2:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

3.6.3 (Atuação de empresas do setor na região). Existe incidência de empresas do setor fotovoltaico que não estão instaladas, mas são atuantes nas proximidades?*

- Existe muita incidência
- Existe incidência
- Incidência intermediária
- Existe pouca incidência
- Inexistente

Importância do KPI 3.6.3:*

Nada importante	Pouco importante	Moderadamente importante	Importante	Muito importante
1	2	3	4	5

ANEXO A – MODELO DE CARTA DE APRESENTAÇÃO



Santa Maria - RS, 09 de janeiro de 2019.

Prezado Dr. Rodrigo Lopes Sauaia,

O Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Santa Maria, por intermédio do Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk, vem à presença de Vossa Senhoria apresentar o Projeto de Pesquisa “MODELAGEM PARA MENSURAÇÃO DO DESEMPENHO DO ECOSISTEMA DE INOVAÇÃO DO SETOR DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA”.

O projeto consiste no levantamento de quais os subsídios necessários para a elaboração de uma ferramenta para avaliação e acompanhamento do desempenho competitivo dos ecossistemas de inovação do setor de energia fotovoltaica, de modo a fornecer às partes interessadas do negócio informações necessárias para auxiliar no processo de tomada de decisão. Assim, gostaríamos de contar com seu apoio, permitindo a aplicação de um diagnóstico à Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica – ABSOLAR, representada pelo seu presidente, e também aos seus associados.

Para tanto, apresentamos a aluna/pesquisadora Verônica Dalmolin Cattelan, que conduzirá o trabalho, bem como a aplicação do diagnóstico de pesquisa, através do acesso ao link:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdrNz_2gyCeN6gkUUjT_gwhkWyIMVGi30NUMN-He9hlSIWTDg/viewform?usp=sf_link>.

Solicitamos, por fim, que seja autorizado o uso acadêmico dos dados obtidos, reiterando que após a conclusão deste será realizado o retorno com os resultados, assim como será disponibilizada cópia da produção acadêmica originada com a presente atividade.

Despedimo-nos, gratos pela colaboração com esta Universidade, sempre em prol do desenvolvimento da sociedade que a guarnece.

Cordialmente,

Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk
Universidade Federal de Santa Maria