

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Paula Donaduzzi Rigo

**MODELO DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COMPETITIVO PARA
INSTALADORAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

Santa Maria, RS
2022

Paula Donaduzzi Rigo

**MODELO DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COMPETITIVO PARA
INSTALADORAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de concentração em Gerência de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda

Santa Maria, RS
2022

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

Rigo, Paula Donaduzzi
Modelo de avaliação do potencial competitivo para
instaladoras de sistemas fotovoltaicos / Paula Donaduzzi
Rigo.- 2022.
157 p.; 30 cm

Orientador: Julio Cezar Mairesse Siluk
Coorientador: Daniel Pacheco Lacerda
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção, RS, 2022

1. Modelos de negócios 2. Balanced Scorecard 3. Gestão
estratégica 4. Avaliação da competitividade 5. Energia
solar I. Siluk, Julio Cezar Mairesse II. Lacerda, Daniel
Pacheco III. 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.

Declaro, PAULA DONADUZZI RIGO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Paula Donaduzzi Rigo

**MODELO DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COMPETITIVO PARA
INSTALADORAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Área de concentração em Gerência de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Engenharia de Produção**.

Aprovada em 13 de junho de 2022:

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

Daniel Pacheco Lacerda, Dr. (UNISINOS)
(Coorientador)

Carlos Fernando da Silva Ramos, Dr. (IPP)

Helder Gomes Costa, Dr. (UFF)

Paulo Smith Schneider, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, RS
2022

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que sempre me instigaram a ser criativa, responsável e buscar constantemente o conhecimento, e que para isso, promoveram todas as oportunidades que eu pudesse ter em minha vida por meio de apoio incondicional

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk, meu orientador, responsável por guiar meu desenvolvimento científico, profissional e pessoal. Obrigada pelo acolhimento, por instigar o pensamento crítico e reflexivo e pela confiança na realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda, meu Coorientador, e aos Profs. Drs. Carlos Fernando da Silva Ramos, Helder Gomes Costa e Paulo Smith Schneider, por terem me conduzido na discussão de ideias que estimularam o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por ser a minha segunda casa desde 2012. Pelos profissionais e pela infraestrutura disponíveis para oportunizar o desenvolvimento deste trabalho.

Aos demais docentes e técnicos administrativos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da UFSM que se fizeram presentes, direta ou indiretamente, durante o curso de doutorado. Em especial, agradeço à Marcia e à Laura pela disponibilidade e carinho ao atender minhas dúvidas e demandas no PPGEP.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Processo 88882.428345/2019-01) pela concessão da bolsa, que permitiu a minha dedicação exclusiva para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos profissionais que se disponibilizaram a participar desta pesquisa.

A todos os colegas do Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC). Agradeço a oportunidade de trabalhar neste grupo de pesquisa, que tem como cultura a troca de conhecimento e a discussão construtiva sobre as pesquisas. Em especial, agradeço à Carmen e à Graciele pelo conhecimento sobre o tema desta tese, pela colaboração em muitas etapas do curso de doutorado, e principalmente, pela nossa amizade.

À minha amiga Thaiara, com muito carinho, obrigada pela amizade, por estar sempre pronta a ajudar e pelos conhecimentos compartilhados.

À minha sogra Elisiane e à minha cunhada Isabel por serem meus exemplos de pesquisadoras e docentes.

Ao meu sogro Nilson, à minha cunhada Laura e ao meu cunhado Pietro, por todo o apoio durante esta caminhada.

Ao meu companheiro, Gabriel, por todo apoio emocional, e também, pelo suporte técnico e científico, pois sempre esteve aberto a discutir sobre esta pesquisa.

Aos meus pais, Leda e Clenio, e ao meu irmão, Adriano, por serem a minha fonte de força, amor e carinho. É por meio do apoio incondicional da minha família que tenho a oportunidade de buscar o crescimento profissional.

RESUMO

MODELO DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COMPETITIVO PARA INSTALADORAS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

AUTORA: Paula Donaduzzi Rigo

ORIENTADOR: Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk

COORIENTADOR: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda

A geração de eletricidade por meio da tecnologia fotovoltaica é promissora em todo o mundo. Nesse mercado, as empresas instaladoras são consideradas as difusoras intermediárias da tecnologia, pois fazem o elo com os consumidores finais, movimentando o mercado por meio do marketing, importação de insumos, venda, instalação e manutenção dos sistemas. A quantidade de empresas instaladoras ativas dobra a cada ano em todas as regiões do Brasil, atingindo aproximadamente 21.200 instaladoras em 2022. A maioria dessas empresas são pequenas, têm poucos anos de experiência e estão ajustando sua gestão e operações técnicas. A competitividade entre as empresas desse setor é potencializada pela natureza do serviço de integração de sistemas fotovoltaicos, pois na visão da maioria dos investidores a solução que as empresas oferecem é a mesma. Consequentemente, as empresas instaladoras anseiam por estudos que potencializem a sua competitividade, não apenas para continuar no atendimento a crescente demanda por sistemas, mas também para se constituírem como empresas consolidadas a fim de ganharem mercado frente as suas concorrentes. Esta tese propõe um modelo para avaliação do potencial competitivo para as instaladoras de sistemas fotovoltaicos. Para desenvolver o sistema de medição de desempenho da competitividade, adotou-se o modelo *Balanced Scorecard* (BSC) aprimorado com métodos *Multi-Criteria Decision Aid* (MCDA). Foram extraídos 39 fatores de competitividade em uma revisão sistemática da literatura e organizados nas perspectivas do BSC. Então, foram desenvolvidos objetivos estratégicos para cada fator e propostos *Key Performance Indicators* que os mensuram, permitindo a seleção pelas instaladoras de acordo com seu modelo de negócios. O método *Content Validity Ratio* foi aplicado com 51 gestores de empresas instaladoras para a seleção dos objetivos estratégicos considerados essenciais para a competitividade duradoura da empresa, reduzindo o mapa estratégico do BSC para 19 objetivos estratégicos. O método MCDA DEMATEL foi aplicado com especialistas em gestão de negócios em energia para a construção do mapa de relações de causa e efeito e ponderação da estrutura do BSC. Em posse do mapa estratégico final do BSC, foi desenvolvido a formulação matemática para o sistema de medição de desempenho da competitividade. As funções de agregação do tipo aditiva que consideram as relações de causa e efeito e os pesos dos objetivos estratégicos foram construídas para atingir um índice de competitividade final. A profissionalização, a organização e a qualidade de entrega das instaladoras são essenciais para o desenvolvimento oportuno da energia fotovoltaica no país. Para tanto, a análise do potencial competitivo auxilia as empresas a refletir sobre suas ações internas que elevam ou não o potencial de crescimento em vendas de sistemas, permitindo que essas empresas realizem acompanhamento estratégico, auto avaliação do desempenho competitivo, estabelecimento de metas e estabelecimento de iniciativas de melhoria na gestão e nas operações.

Palavras-chave: Modelos de negócios. *Balanced Scorecard*. Gestão estratégica. Avaliação da competitividade. Energia solar. Análise multicritério. Integradoras fotovoltaicas.

ABSTRACT

EVALUATION MODEL OF COMPETITIVE POTENTIAL FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEM INSTALLERS

AUTHOR: Paula Donaduzzi Rigo
ADVISOR: Prof. Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk
CO-ADVISOR: Prof. Dr. Daniel Pacheco Lacerda

Electricity generation through photovoltaic technology is promising worldwide. In this market, photovoltaic systems' installers are the link between the entire production chain and consumers. These companies are frequently the intermediary diffusers since they are responsible for disseminating the technology's knowledge to the population through sales and systems installation. The number of active installers doubles every year in all regions of Brazil, reaching approximately 21,200 installers in 2022. Most of these companies are small, have few years of experience, and are adjusting their management and technical operations. Competitiveness among companies in this sector is enhanced by the nature of the photovoltaic systems integration service because, in the view of most investors, the solution that companies offer is the same. Consequently, installers need to studies that enhance their competitiveness, not only to continue meeting the growing demand for systems, but also to establish themselves as consolidated companies to gain market share against their competitors. This thesis proposes a model for evaluating the competitive potential for installers of photovoltaic systems. To develop the competitiveness performance measurement system, the Balanced Scorecard (BSC) model improved with Multi-Criteria Decision Aid (MCDA) methods were adopted. We selected 39 competitiveness factors in a systematic literature review, discussing and organizing them into BSC perspectives. Then, strategic objectives were developed for each factor and proposed Key Performance Indicators that measure them, allowing the selection by the installers according to their business model. The Content Validity Ratio method was applied with 51 managers of installing companies to select the strategic objectives considered essential for the company's lasting competitiveness, reducing the BSC strategic map to 19 strategic objectives. The MCDA DEMATEL method was applied with experts in energy business management to build the map of cause-and-effect relationships and weight the BSC structure. Based on the final strategic map of the BSC, the mathematical formulation for the competitiveness performance measurement system was developed. Additive-type aggregation functions that consider cause-and-effect relationships and the weights of strategic objectives were built to reach a final competitiveness index. The professionalization, organization, and quality of delivery of the installers are essential for the timely development of photovoltaic energy in the country. Therefore, the analysis of competitive potential helps companies to reflect on their internal actions that increase or not the potential for growth in sales of systems, allowing these companies to carry out strategic monitoring, self-assessment of competitive performance, the establishment of goals, and establishment of initiatives to improve management and operations.

Keywords: Business Model. *Balanced Scorecard*. Strategic management. Competitiveness assessment. Solar energy. Multi-criteria analysis. Photovoltaic integrators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa.....	32
Figura 2 – <i>Business Model Canvas</i> das instaladoras	40
Figura 3 – Processo de desdobramento das perspectivas em objetivos estratégicos e KPIs	68
Figura 4 – Mapa estratégico para instaladoras baseado na literatura	71
Figura 5 – Serviços oferecidos pelas empresas participantes do estudo	80
Figura 6 – Tendências de mercado que as empresas pretendem seguir	81
Figura 7 – <i>Impact-Relation Map</i> do DEMATEL	91
Figura 8 – Matriz de influência direta entre perspectivas e objetivos (A).....	93
Figura 9 – Matriz <i>T</i> das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos	94
Figura 10 – IRM das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos	95
Figura 11 – Matriz <i>T</i> das perspectivas Processos Internos e Clientes.....	97
Figura 12 – IRM das perspectivas Processos Internos e Clientes	98
Figura 13 – Matriz <i>T</i> das perspectivas Clientes e Financeira.....	99
Figura 14 – IRM das perspectivas Clientes e Financeira	100
Figura 15 – Mapa estratégico para instaladoras	103
Figura 16 – Fluxograma da revisão sistemática da literatura	133
Figura 17 – Artigos que destacaram relações de causa e efeito	141
Figura 18 – Quadro de coleta de dados para aplicação do DEMATEL	155

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Índice de capítulos e seções para cada tema de interesse do leitor.....	34
Quadro 2 – Fatores da perspectiva Aprendizagem e Crescimento	52
Quadro 3 – Fatores da perspectiva Processos Internos.....	56
Quadro 4 – Fatores da perspectiva Clientes	60
Quadro 5 – Fatores da perspectiva Financeira.....	63
Quadro 6 – KPIs para perspectiva Aprendizagem e Crescimento.....	74
Quadro 7 – KPIs para perspectiva Processos Internos	75
Quadro 8 – KPIs para perspectiva Clientes	76
Quadro 9 – KPIs para perspectiva Financeira	77
Quadro 10 – Relatos dos gestores das empresas	86
Quadro 11 – Componentes do <i>Business Model Canvas</i> e as referências	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Aprendizagem e Crescimento	82
Tabela 2 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Processos Internos	83
Tabela 3 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Clientes	84
Tabela 4 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Financeira	85
Tabela 5 – Ponderação da estrutura do <i>Balanced Scorecard</i>	101
Tabela 6 – Índice de competitividade para o atingimento de 50% no kpi_3^L	107
Tabela 7 – Índice de competitividade para o atingimento de 0% no kpi_{16}^C e no kpi_{17}^C	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BMC	<i>Business Model Canvas</i>
BSC	<i>Balanced Scorecard</i>
CVR	<i>Content Validity Ratio</i>
DEMATEL	<i>Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FIT	<i>Feed-in Tariff</i>
FV	Fotovoltaica(s)
GD	Geração Distribuída
GC	Geração Centralizada
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency</i>
IRM	<i>Impact-Relation Map</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Aid</i>
MMGD	Micro e Minigeração Distribuída
PPA	<i>Power Purchase Agreement</i>
REN	Resolução Normativa
REN21	<i>Renewable Energy Policy Network for the 21st Century</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
SIN	Sistema Interligado Nacional
SMD	Sistemas de Mensuração de Desempenho
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
UC	Unidades Consumidoras

LISTA DE SÍMBOLOS

L	Perspectiva Aprendizagem e Crescimento (<i>Learning and Growth</i>)
I	Perspectiva Processos Internos (<i>Internal Process</i>)
C	Perspectiva Clientes (<i>Customer</i>)
F	Perspectiva Financeira (<i>Financial</i>)
A_{LxI}	Matriz de influência direta dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos
A_{IxC}	Matriz de influência direta dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Processos Internos e Clientes
$A_{Cx F}$	Matriz de influência direta dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Clientes e Financeira
T_{LxI}	Matriz de influência total dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos
T_{IxC}	Matriz de influência total dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Processos Internos e Clientes
$T_{Cx F}$	Matriz de influência total dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Clientes e Financeira
α_{LxI}	Limiar da matriz de influência total dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos
α_{IxC}	Limiar da matriz de influência total dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Processos Internos e Clientes
$\alpha_{Cx F}$	Limiar da matriz de influência total dos julgamentos dos especialistas sobre os objetivos estratégicos das perspectivas Clientes e Financeira
$C_j - R_i$	Vetor de Relação entre objetivos estratégicos
$C_j + R_i$	Vetor de Proeminência entre objetivos estratégicos
w_i^L	Peso do objetivo estratégico i da perspectiva Aprendizagem e Crescimento
w_i^I	Peso do objetivo estratégico i da perspectiva Processos Internos
w_i^C	Peso do objetivo estratégico i da perspectiva Clientes
w_i^F	Peso do objetivo estratégico i da perspectiva Financeira
w_k^L	Peso do KPI k da perspectiva Aprendizagem e Crescimento
w_k^I	Peso do KPI k da perspectiva Processos Internos

w_k^C	Peso do KPI k da perspectiva Clientes
w_k^F	Peso do KPI k da perspectiva Financeira
kpi_k^L	Mensuração do KPI k da perspectiva Aprendizagem e Crescimento
kpi_k^I	Mensuração do KPI k da perspectiva Processos Internos
kpi_k^C	Mensuração do KPI k da perspectiva Clientes
kpi_k^F	Mensuração do KPI k da perspectiva Financeira
d_k^L	Desempenho do KPI k da perspectiva Aprendizagem e Crescimento
d_k^I	Desempenho do KPI k da perspectiva Processos Internos
d_k^C	Desempenho do KPI k da perspectiva Clientes
d_k^F	Desempenho do KPI k da perspectiva Financeira
D_k^I	Desempenho o KPI k da perspectiva Processos Internos no sistema
D_k^C	Desempenho o KPI k da perspectiva Clientes no sistema
D_k^F	Desempenho o KPI k da perspectiva Financeira no sistema
P_L	Desempenho final da perspectiva Aprendizagem e Crescimento no sistema
P_I	Desempenho final da perspectiva Processos Internos no sistema
P_C	Desempenho final da perspectiva Clientes no sistema
P_F	Desempenho final da perspectiva Financeira no sistema
Ic	Índice de Competitividade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS.....	28
1.2	TRABALHOS RELACIONADOS.....	29
1.3	MÉTODO DE PESQUISA.....	31
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TEXTO.....	34
2	MODELO DE NEGÓCIOS DAS INSTALADORAS	37
2.1	MERCADO FOTOVOLTAICO BRASILEIRO.....	37
2.2	<i>BUSINESS MODEL CANVAS</i>	39
2.3	TENDÊNCIAS DE NEGÓCIOS.....	47
2.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	50
3	FATORES DE COMPETITIVIDADE DAS INSTALADORAS	51
3.1	PERSPECTIVA APRENDIZAGEM E CRESCIMENTO.....	51
3.2	PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS.....	55
3.3	PERSPECTIVA CLIENTES.....	59
3.4	PERSPECTIVA FINANCEIRA.....	62
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	65
4	MODELO DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COMPETITIVO	67
4.1	MODELO <i>BALANCED SCORECARD</i> BASEADO NA LITERATURA.....	67
4.2	PROPOSIÇÃO DE <i>KEY PERFORMANCE INDICATORS</i>	72
4.3	APLICAÇÃO CVR.....	78
4.3.1	Perfil das empresas.....	79
4.3.2	CVR para cada objetivo estratégico.....	81
4.3.3	Relatos dos gestores das empresas.....	85
4.4	APLICAÇÃO DEMATEL.....	88
4.4.1	Formulação do DEMATEL combinado ao BSC.....	92
4.4.2	<i>Impact-Relation Map</i> : Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos.....	94
4.4.3	<i>Impact-Relation Map</i> : Processos Internos e Clientes.....	96
4.4.4	<i>Impact-Relation Map</i> : Clientes e Financeira.....	99
4.4.5	Ponderação.....	101
4.5	MODELO BSC FINAL E A MENSURAÇÃO DA COMPETITIVIDADE.....	102
4.5.1	Formulação matemática do sistema de mensuração.....	104
4.5.2	Simulações de mensuração da competitividade.....	106
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	109
5	CONCLUSÕES	111
5.1	CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS.....	113
5.2	CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS.....	114
5.3	LIMITAÇÕES E OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	115
6	PUBLICAÇÕES	117
	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO DA LITERATURA	133
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS	143
	APÊNDICE C – PLANILHA PARA AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE	157

1 INTRODUÇÃO

A eletricidade está no centro das economias e ocupa uma parcela cada vez maior dos serviços de energia (IEA, 2020). Essa parcela tende a acentuar-se devido ao avanço tecnológico baseado em consumo de eletricidade como motores elétricos na indústria, carros elétricos, aquecimento elétrico, maior volume de eletrodomésticos residenciais, climatização, entre outros. Por conta disso, os países precisam ampliar a oferta de eletricidade para sustentar o crescimento econômico, bem como, diversificar as fontes de geração de energia elétrica para incrementar sua segurança energética (BIGERNA; D'ERRICO; POLINORI, 2021; FUENTES et al., 2020). Dentre as possíveis fontes para diversificação da matriz elétrica, as economias mundiais estão sob pressão para que usem cada vez menos recursos esgotáveis e poluentes, com vistas à diminuição dos impactos ambientais e à redução da emissão de CO₂ na atmosfera (BOGDANOV et al., 2021; PABLO-ROMERO; SÁNCHEZ-BRAZA; GALYAN, 2021; RELVA et al., 2021).

Nesse cenário, a energia renovável desempenha um papel importante no fornecimento de acesso à eletricidade para todos (IEA, 2020). Historicamente, a matriz elétrica dos países privilegiou a fonte energética mais abundante e, por consequência, de menor custo (poluente ou não). Para que as fontes renováveis sejam competitivas frente as demais, não apenas avanços tecnológicos são suficientes, mas também é necessário uma gestão apropriada da cadeia produtiva dessas tecnologias nos diversos países (GARLET et al., 2020). Com isso, a fonte solar, empregada para geração de eletricidade por meio da tecnologia fotovoltaica (FV), tem se destacado mundialmente (CHOUDHARY; SRIVASTAVA, 2019; GERNAAT et al., 2020).

A tecnologia FV tem uma característica específica frente às outras tecnologias de geração de energia elétrica, que é seu caráter de expansão linear. Isso significa que a área de instalação e o número de módulos FV em relação à potência de geração cresce linearmente. É essa característica que faz com que a energia solar FV seja empregada em diversas modalidades, como em Geração Distribuída (GD) ou Geração Centralizada (GC), de pequeno a grande porte e instalação em telhados, em solo, ou até mesmo sobre a água. Dentre as renováveis, em 2021 a capacidade instalada mundial de sistemas FV atingiu 25,3%, precedida pela eólica com 26,2% e hidrelétrica com 41,2% (IRENA, 2022), com tendências de quintuplicar a geração de energia elétrica por sistemas FV até 2040 (IEA, 2020).

A expansão ou penetração no mercado de uma determinada tecnologia é o que determina seu sucesso (RAMIREZ-ROSADO et al., 2011). Nessa perspectiva, a energia solar FV apresenta recorde de expansão ano após ano, tendo acumulado em 2020 um total de 760 GW

instalados no mundo em sistemas *on-grid* (distribuídos e centralizados conectados à rede de distribuição de energia elétrica) e *off-grid* (não conectados à rede) (IEA, 2021; REN21, 2021). Entre os 10 países que mais instalaram sistemas FV em 2020 está o Brasil, junto de China, Estados Unidos, Vietnã, Japão, Alemanha, Índia, Austrália, Coreia do Sul e Holanda (REN21, 2021).

Nos últimos três anos, a Micro e a Minigeração Distribuída (MMGD), caracterizada por sistemas *on grid* e menores que 5 MW, liderou o mercado brasileiro em potência adicionada. Isso se deve ao sistema de compensação embasado na medição líquida (*Net Metering*) e aos preços de eletricidade ascendendo mais do que a inflação (REN21, 2021). No modelo MMGD, o investidor gera sua própria energia, tornando-se gerador e consumidor da rede de distribuição de energia elétrica (ANDRADE et al., 2020). No Brasil, o *Net Metering* é implementado por meio do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), que até 2022 foi regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) sob a Resolução Normativa (REN) 482 (ANEEL, 2012) e a partir de 6 de janeiro de 2022 é instituído pela Lei 14.300 (BRASIL, 2022). No SCEE, toda ou partes da tarifa de energia elétrica podem ser compensadas pela geração e seu excedente é acumulado em créditos (DA SILVA; UTURBEY; LOPES, 2020).

Os investidores de sistemas FV podem ser: proprietários de residências, comerciantes, empreendedores industriais, empreendedores rurais, empreendedores do mercado livre de energia, concessionárias de energia elétrica ou governantes. Alguns investidores possuem amplo conhecimento sobre a tecnologia e sobre o mercado de energia elétrica do seu país, porém outros não apresentam conhecimento sobre o assunto (RIGO et al., 2020a). Para lidar com essa pluralidade de investidores e atender à crescente demanda por sistemas FV, os investidores podem contar com atores intermediários que são especializados na implementação da tecnologia, facilitando o processo de adoção dessa energia renovável (MIGNON; BROUGHEL, 2020). Esses atores intermediários são chamados de empresas integradoras, empresas intermediárias ou empresas instaladoras e são responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos e instalação dos sistemas FV.

O que acontece é que essas empresas são frequentemente as difusoras intermediárias da tecnologia, pois são as responsáveis pela disseminação do conhecimento sobre a tecnologia à população e pela venda e instalação dos sistemas (BERGEK, 2020; MIGNON; BROUGHEL, 2020). Em outras palavras, essas empresas são o elo da cadeia produtiva com os consumidores finais. As instaladoras são consideradas, ainda, um veículo significativo para o aprimoramento do sistema de instalação e regulamentação, uma vez que a auto instalação é rara (INDERBERG; TEWS; TURNER, 2018). Dentre os diversos agentes envolvidos na cadeia de valor FV, o

instalador é um agente que toma decisões significativas que impactam a experiência de instalação do proprietário (SINITSKAYA et al., 2020), a seleção de fornecedores de tecnologias, a qualidade da instalação, da assistência técnica, o preço dos sistemas, a concentração de mercado, entre outros.

Essas empresas surgiram com maior força nos últimos anos, principalmente após a publicação da REN N° 482 da ANEEL. Desde junho de 2017, o número de instaladores FV ativos no Brasil aumentou de aproximadamente 1.600 para 21.200 em dezembro de 2021 (GREENER, 2022). Os instaladores cresceram em todas as regiões do Brasil e alguns instaladores atuam no mesmo local, gerando competição entre eles e movimentando o mercado por meio do marketing, importação de insumos, venda, instalação e manutenção dos sistemas. A maioria das empresas instaladoras são pequenas, têm poucos anos de experiência e ainda estão ajustando sua gestão e operações técnicas. A competitividade entre as empresas desse setor é potencializada pela natureza do serviço de integração de sistemas FV, pois para a maioria dos investidores a solução que as empresas oferecem é a mesma. Consequentemente, algumas instaladoras lideram o mercado, pois seus aspectos internos elevam o número de vendas quando comparado às suas concorrentes. Esse aspecto interno que impacta no atingimento da demanda pode ser chamado de potencial competitivo da instaladora.

Além do ambiente competitivo, as instaladoras também são impactadas pelos incentivos governamentais. Desde 2018 a ANEEL apresentava propostas de revisão da REN N° 482 com reduções nos benefícios do SCEE da MMDG (ANEEL, 2018). Paralelamente, o Congresso Nacional publicou o Marco Legal da MMDG, também com algumas reduções nos benefícios (BRASIL, 2022). A redução nos benefícios do SCEE será implementada em sistemas conectados à rede a partir do dia 7 de janeiro de 2023. Isso pode ocasionar o aquecimento do mercado onde futuros investidores em sistemas FV, por receio de perderem benefícios, podem fazer o investimento antes deste prazo. O fenômeno de expansão no mercado antes da retirada do benefício e retração após a retirada do benefício incidiu sobre alguns países da Europa com as reduções das políticas *Feed-in Tariff* (FIT), resultando no encerramento das atividades de diversas instaladoras (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018).

Até então, as empresas instaladoras foram pouco assistidas pelas pesquisas, que costumam focar no desenvolvimento do setor de energia FV como um todo, não compreendendo as decisões das instaladoras. Por isso, as empresas instaladoras de energia FV carecem de estudos que potencializem sua competitividade, não apenas para continuar no atendimento a crescente demanda por sistemas, mas também para se constituírem como empresas consolidadas a fim de ganharem mercado frente as suas concorrentes. Portanto, a

profissionalização, a organização e a qualidade de entrega das instaladoras são essenciais para o desenvolvimento oportuno da energia FV. Ainda, a análise do potencial competitivo as auxilia a refletirem sobre suas ações internas que elevam ou não o seu potencial de crescimento em vendas de sistemas.

Quanto mais assertivo for o posicionamento dessas empresas no país, maior é a garantia de difusão dessa tecnologia. Com um setor de instalação de sistemas FV desenvolvido – com empresas que possuem conhecimento técnico e comercial elevados – toda a cadeia produtiva é beneficiada. Isso porque essas empresas são responsáveis pela prospecção de clientes, seleção de tecnologias, desenvolvimento dos projetos para os clientes, instalação dos sistemas e, se tudo ocorre adequadamente, obtenção de clientes satisfeitos que farão a recomendação da instalação desses sistemas. Por isso, esta tese visa desenvolver um modelo para avaliação do potencial competitivo para as instaladoras de sistemas FV.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Tendo em vista a necessidade que as instaladoras tem de conhecerem seu potencial competitivo frente às concorrentes, o **problema de pesquisa** que permeia esta tese é: Como auxiliar as empresas instaladoras a avaliarem seu desempenho competitivo na venda de sistemas fotovoltaicos?

Com isso, o **objetivo geral** desta tese é: desenvolver um modelo para avaliação do potencial competitivo para as instaladoras de sistemas fotovoltaicos. Os **objetivos específicos** são:

- Componentes dos modelos de negócios das instaladoras, estruturado no *Business Model Canvas* e o apontamento das tendências de mercado.
- Fatores que impactam a competitividade das instaladoras, estruturados no modelo estratégico *Balanced Scorecard*, desenvolvimento de objetivos estratégicos e *Key Performance Indicators*.
- Modelo matemático de mensuração da competitividade para as instaladoras, estruturado como um Sistema de Mensuração de Desempenho, por meio de ponderação dos objetivos estratégicos via técnica DEMATEL de *Multi-Criteria Decision Aid*, função de agregação do tipo aditiva baseada nas relações de causa e efeito do BSC e mensuração dos objetivos estratégicos por meio dos KPIs.

1.2 TRABALHOS RELACIONADOS

Para identificar os trabalhos relacionados à esta tese, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). O procedimento está detalhado no **APÊNDICE A**. A RSL buscou identificar pesquisas relacionadas às instaladoras da tecnologia FV ao redor do mundo. Por tratar-se de um nicho de pesquisa ainda pouco explorado pela literatura, a RSL foi ampla e elucidativa quanto aos esforços científicos para com estas empresas. Contudo, existem poucas pesquisas que focaram no instalador como objeto de investigação. A seguir, estão descritos os nove estudos que possuem maior nível de relacionamento ao problema de pesquisa desta tese.

Mignon e Broughel (2020) investigaram os interesses das empresas de instalação solar e eólica priorizados durante o desenvolvimento dos projetos em nome dos seus clientes. O **problema** é que os adotantes das fontes renováveis são dependentes das escolhas feitas pelas empresas, que podem exercer alguma autoridade sobre as preferências dos investidores. O **método** *Discreet Choice Experiments* foi aplicado em empresas da Suécia, afirmando que ambos não priorizam seus próprios interesses acima dos clientes. Os desenvolvedores de projetos solares priorizam a satisfação do cliente, enquanto a maximização da produção de eletricidade parece ser menos importante. Contrastando com os desenvolvedores eólicos, que se preocupam mais com a maximização da produção de eletricidade. Esse resultado deve-se a maior competitividade entre empresas instaladoras solares, que precisam manter uma boa relação com o cliente para ganhar mercado.

Sinitskaya et al. (2020) desenvolveram mapas das jornadas de trabalho de empresas de energia solar e dos seus clientes no processo de compra e instalação dos sistemas solares. O **problema** é que o instalador é um agente importante na difusão da tecnologia solar, mas seu processo de tomada de decisão ainda não havia sido bem compreendido e descrito. Por isso, os autores buscaram determinar a influência das decisões do instalador e das interações com o investidor, no processo de instalação. O **método** *linked journey maps* possibilitou mapear o processo e identificar os pontos de interação que causam frustração entre as partes ou em uma das partes. Os autores afirmam que as interações pessoais diminuem as frustrações, e que ambos consideram os processos de inspeção e de licenciamento dolorosos.

Os autores O'Shaughnessy et al. (NEMET et al., 2017; O'SHAUGHNESSY, 2019; O'SHAUGHNESSY et al., 2019; O'SHAUGHNESSY; NEMET; DARGHOOUTH, 2018) estudaram o mercado de energia solar FV em quatro diferentes objetivos, mas que permeiam a discussão acerca do papel dos instaladores nesse mercado, como: Estudo dos custos indiretos no mercado FV de pequena escala, estruturando-os ao nível do instalador (O'SHAUGHNESSY

et al., 2019); Investigação da relação entre preços de sistemas FV e o nível de concentração de mercado por meio do cálculo do *Herfindahl-Hirschman Index*, evidenciando que a minimização do preço parece ocorrer por meio de um equilíbrio ideal entre escala do instalador, experiência do instalador, concentração de mercado e competição (O'SHAUGHNESSY, 2019); Abordagem de definição do mercado FV com foco na distribuição geográfica dos instaladores, evidenciando que as empresas tendem a permanecer no local, em vez de responder às mudanças nas condições do mercado, desenraizando-se e realocando-se (O'SHAUGHNESSY; NEMET; DARGHOUTH, 2018); e aspectos que caracterizam os sistemas FV que possuem baixo custo (NEMET et al., 2017).

Hanna, Leach e Torriti (2018) estudaram a microgeração de energia sob a perspectiva do instalador. O **problema** investigado está relacionado aos danos causados pela redução dos incentivos *Feed-in Tariff* (FIT) no Reino Unido, que acarretaram em ciclo de expansão e contração do mercado, exigindo alto volume de instalação antes da saída do incentivo e alta contração após a saída do incentivo. Como **método**, os autores realizaram uma análise exploratória com aplicação de questionários com os instaladores no período dessa redução dos incentivos políticos (2010 a 2012), buscando entender a influência desses instaladores nas taxas de aceitação pela população, nos padrões da instalação, nas práticas comerciais e no ambiente político. As descobertas deste artigo demonstram como o progresso da energia solar FV no mercado de nicho de microgeração foi impactado pela gestão governamental do FIT. Além disso, o estudo indica que, nesse período de corrida por instalações, havia um risco maior de que os padrões das instalações fossem comprometidos, por falta de disponibilidade de produtos preferenciais ou adequados.

Gabriel e Kirkwood (2016) desenvolveram os modelos de negócios dos empreendedores em energias renováveis (solar, eólica, biomassa e hidrelétrica), considerando consultores, distribuidores de equipamentos e os instaladores. O **problema** é a busca por uma compreensão mais fundamental dos modelos de negócios escolhidos e operacionalizados por empreendedores de energia renovável em países em desenvolvimento. Como **método**, foram conduzidas entrevistas com os empreendedores de 28 países e os modelos de negócios foram estruturados em *Business Model Canvas*. O estudo sugere que diferentes países subdesenvolvidos apoiam diferentes modelos de negócios, decorrente do nível de interesse do governo local para energias renováveis e a facilidade da população em fazer negócios.

O estudo que mais se assemelha a parte desta tese é o de Wang e Chuang (2016). Os autores propuseram um framework para diagnosticar o desempenho empresarial da gestão de empresas de energia solar da China e de Taiwan. O **problema** que esses países enfrentaram foi

a redução das políticas de incentivo, em que a competição acirrada entre as empresas solares em termos de custo e qualidade resultou em uma série de aquisições ou falências desde 2012. Em termos de **métodos**, os autores desenvolveram o diagnóstico baseando-se no *Balanced Scorecard* e nas relações de causa e efeito dos objetivos e dos *Key Performance Indicators* (KPIs). Árvore de Regressão e Classificação foi usada para conduzir uma análise de *benchmarking* entre o grupo líder de empresas e o grupo atrasado. Análise de Redes Neurais foi usada para conduzir uma simulação “*what-if*” entre preditores e resultados. A principal **diferença** entre o estudo de Wang e Chuang (2016) e o modelo de competitividade proposto por esta tese é, principalmente, o conjunto de KPIs. Os autores focaram em indicadores gerais para desempenho de qualquer ramo de empresas, sem considerar as especificidades do setor. Ademais, o foco era analisar um conjunto de empresas, comparando as líderes com as atrasadas, não sendo uma ferramenta estratégica para ajustes dos objetivos e metas de cada empresa.

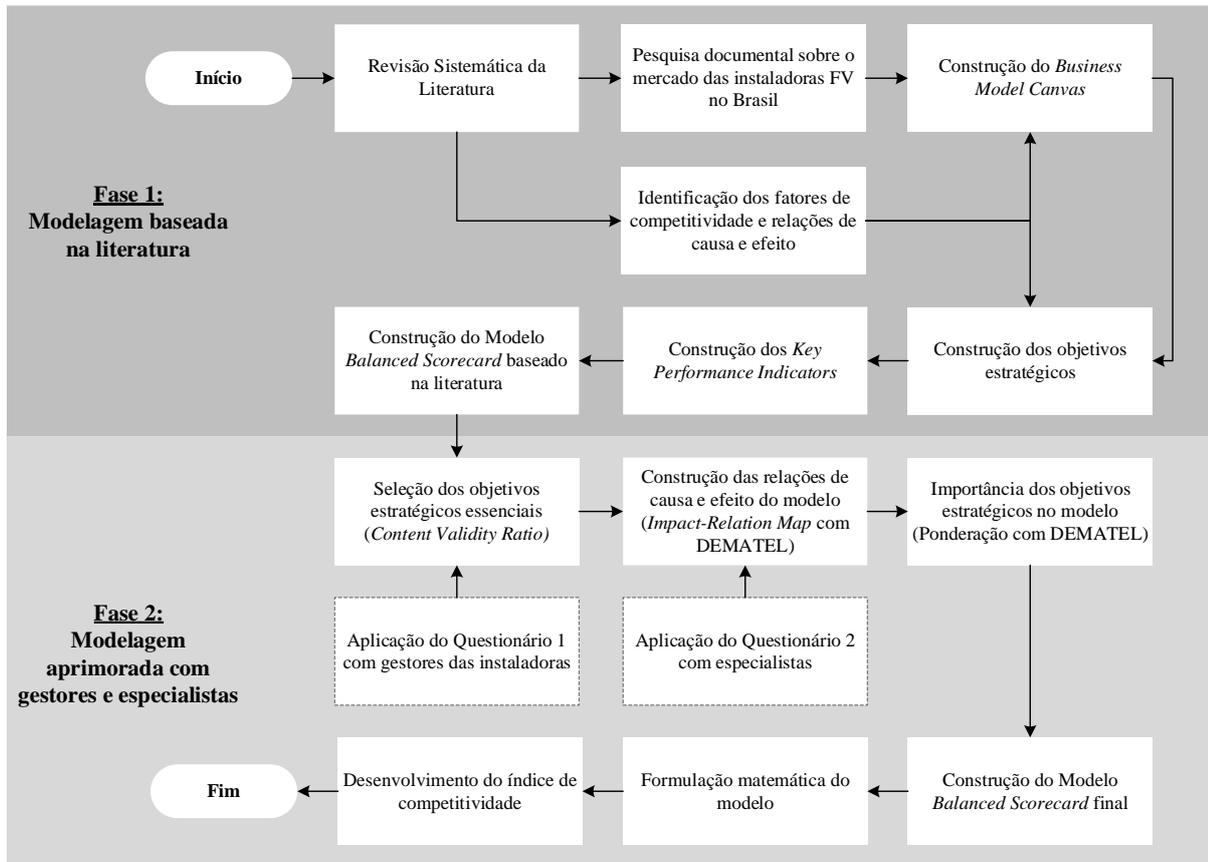
1.3 MÉTODO DE PESQUISA

O procedimento para construção do modelo proposto nesta tese é composto por duas fases: modelagem baseada na literatura e modelagem aprimorada com os gestores das instaladoras e especialistas. A Figura 1 apresenta o fluxograma das etapas de cada uma dessas fases até a concepção do modelo final, evidenciando a relação de dependência entre etapas.

Fase 1 – Modelagem baseada na literatura

A Fase 1 versa sobre a modelagem que envolveu uma extensa e sistemática revisão de literatura e pesquisa documental. Esta fase iniciou com a RSL sobre as instaladoras (**APÊNDICE A**). Nesta revisão foram extraídos fatores que impactam na competitividade das empresas instaladoras e as relações de causa e efeito entre os fatores. Em sequência, foi realizada a pesquisa documental para analisar a situação atual das instaladoras FV brasileiras. Ambas as pesquisas permitiram a estruturação do modelo de negócios das empresas em um *Business Model Canvas* (BMC). A compreensão do nicho de mercado é importante para concluir o escopo do modelo de avaliação do potencial competitivo e para delimitar as comparações entre as instaladoras.

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Em posse dos fatores e suas relações, vislumbrou-se estruturá-los em um modelo que pudesse ser utilizado para acompanhamento estratégico da competitividade e, ao mesmo tempo, compor um Sistema de Mensuração de Desempenho (SMD). Em vista dessas premissas, o *Balanced Scorecard* (BSC) foi escolhido. O BSC sinaliza a relação de causa e efeito entre os fatores e seus respectivos objetivos estratégicos. O BSC foi selecionado, pois traduz a estratégia abstrata (como a competitividade) em prioridades claras (construção dos objetivos estratégicos e *Key Performance Indicators* – KPIs), relacionando-os com resultados estratégicos tangíveis para as empresas em um processo hierárquico de causa e efeito, e não apenas um conjunto de medidas financeiros e não-financeiros individuais (KAPLAN; NORTON, 1996, 2008).

Esta fase resultou no *Balanced Scorecard* baseado na literatura – que foi concebido para adequar-se à realidade da maioria das instaladoras brasileiras – composto por 39 objetivos estratégicos e a proposição de 80 KPIs. O número de KPIs apresentados é elevado porque englobam os diferentes focos estratégicos, permitindo que um instalador selecione os KPIs que melhor correspondam ao seu modelo de negócios. A necessidade de redução dos objetivos e a verificação das relações de causa e efeito aprimoradas motivou a realização da Fase 2.

Fase 2 – Modelagem aprimorada com gestores e especialistas

A Fase 1 permitiu o desenvolvimento do BSC baseado na literatura. Considerando que o número de objetivos e KPIs é alto para gerenciamento pelas instaladoras, a Fase 2 iniciou com a aplicação de uma metodologia para seleção dos principais objetivos estratégicos, chamada *Content Validity Ratio* (CVR), definido por Lawshe (1975). O CVR foi aplicado por meio do Questionário 1 do **APÊNDICE B** com os gestores de 51 empresas instaladoras. O modelo de negócios dessas instaladoras foi comparado ao identificado no BMC para constatar a representatividade delas no mercado brasileiro. O CVR permitiu a redução do BSC para um total de 19 objetivos estratégicos considerados essenciais por estes gestores.

Apesar da estrutura do BSC ser amplamente aplicada a vários setores, costuma ser insuficiente em capturar as causalidades interdependentes entre os fatores (WANG; CHUANG, 2016). Devido ao rápido avanço do *Business Intelligence*, técnicas emergentes como armazenamento de dados, aprendizagem estatística e mineração de dados foram incorporadas ao modelo BSC (WANG; CHUANG, 2016). Assim como métodos de *Multi-Criteria Decision Aid* (MCDA), que são incorporados ao BSC para superar suas limitações (ACUÑA-CARVAJAL et al., 2019; DINÇER; YÜKSEL, 2019; WANG; CHUANG, 2016). Dentre os métodos MCDA, a técnica *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) é frequentemente empregada junto ao modelo BSC, devido a sua especialidade em construir relações entre os fatores para produzir o mapa de relações de impacto, o *Impact-Relation Map* (IRM).

O método DEMATEL se baseia na opinião de especialistas quanto ao grau de influência entre fatores e também pode ser empregado para derivar os pesos dos motivadores. Ou seja, a aplicação do DEMATEL permitiu a verificação das relações de causa e efeito entre objetivos estratégicos resultantes do CVR e a respectiva ponderação do mapa estratégico. O método foi aplicado com seis especialistas em gestão de negócios em energia por meio do Questionário 2 do **APÊNDICE B**. Em posse do mapa estratégico final do BSC, foi desenvolvido a formulação matemática para o SMD da competitividade. Funções de agregação do tipo aditiva que consideram as relações de causa e efeito e os pesos dos objetivos estratégicos foram construídas para atingir um índice de competitividade final.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Esta tese divide-se em 6 capítulos. O Quadro 1 indica quais capítulos e seções deste texto estão relacionados aos temas de interesse do leitor.

Quadro 1 – Índice de capítulos e seções para cada tema de interesse do leitor

Tema de interesse do leitor	Capítulos e Seções														
	2			3				4					Apêndice		
	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	A	B	C
Modelo de negócios das empresas instaladoras FV	■	■	■										■		
Fatores de Competitividade para empresas instaladoras FV				■	■	■	■						■		
Modelo <i>Balanced Scorecard</i> baseado na literatura								■					■		
Proposição de <i>Key Performance Indicators</i>									■				■		
Aplicação do CVR com gestores das instaladoras										■				■	
Aplicação DEMATEL com especialistas											■			■	
Modelo <i>Balanced Scorecard</i> final												■			■
Formulação matemática do sistema de mensuração												■			■

O **Capítulo 2** apresenta e discute o cenário que as empresas instaladoras estão inseridas. Nesse capítulo, foi possível desenvolver o BMC das instaladoras e identificar tendências de negócios. Parte deste capítulo foi publicado no periódico *Renewable Energy* (RIGO et al., 2021). A partir disso, o **Capítulo 3** aprofunda a discussão acerca dos fatores competitivos para essas instaladoras e organiza-os nas perspectivas do BSC.

O **Capítulo 4** permeia a modelagem para avaliação do potencial competitivo para as instaladoras. As Seções 4.1 e 4.2 são resultado dos estudos da literatura acerca das instaladoras. Essas Seções, somadas ao Capítulo 3, foram publicadas no periódico *Solar Energy* (RIGO et al., 2022a), e resultam no modelo BSC baseado na literatura.

A Seção 4.3 trata da aplicação do método CVR com os gestores das instaladoras. Nessa seção é apresentada as características das empresas participantes do estudo, os índices de CVR calculado para cada objetivo estratégico e os relatos livres de alguns gestores. A Seção 4.4 apresenta a aplicação do método DEMATEL. Nessa seção constam as matrizes dos julgamentos dos especialistas quanto as relações de influência entre os objetivos estratégicos e os mapas de

relação e impacto resultantes destes julgamentos. Ainda, nessa seção é realizada a ponderação dos objetivos estratégicos.

A Seção 4.5 apresenta o modelo BSC final, resultado das aplicações com os gestores das instaladoras e com os especialistas. Ainda, a formulação matemática para o SMD é apresentada, bem como, algumas simulações do funcionamento desta mensuração, destacando o impacto que um objetivo estratégico causa nos demais.

O **Capítulo 5** conclui este estudo com a discussão sobre as principais contribuições para a academia e para as instaladoras. Ainda, são discutidas as limitações do modelo e as oportunidades para futuras pesquisas. O **Capítulo 6** apresenta as publicações em periódicos durante o desenvolvimento desta tese.

2 MODELO DE NEGÓCIOS DAS INSTALADORAS

Como requisito para o desenvolvimento de um modelo para mensurar o potencial competitivo das instaladoras FV, é necessário compreender: como o mercado de energia FV funciona no Brasil; quais as principais características das instaladoras atuantes no Brasil; qual os componentes dos seus modelos de negócios; e quais as tendências de mercado que essas empresas podem deparar-se a curto, médio e longo prazo. Diante disso, para desenvolver este capítulo, fez-se uso de uma combinação de técnicas: revisão sistemática da literatura, revisão da literatura cinzenta e pesquisa nos catálogos *online* de instaladoras. Os catálogos são plataformas *online* onde as instaladoras FV podem se apresentar para oferecer seus serviços. Os procedimentos estão expostos no **APÊNDICE A**. As revisões permitiram extrair 72 componentes para o negócio dessas empresas.

As informações obtidas a partir das técnicas foram organizadas nas categorias do BMC: segmento de cliente, propostas de valor, canais, relacionamento com o cliente, fluxos de receita, recursos-chave, atividades-chave, parceiros-chave e estruturas de custo. Este capítulo está organizado em quatro seções. A próxima seção explica o mercado FV brasileiro, a segunda seção consta o BMC e a explicação de seus componentes, a terceira seção discute as tendências de mercado e a quarta seção encerra o capítulo.

2.1 MERCADO FOTOVOLTAICO BRASILEIRO

Normalmente, um modelo de negócios situado no setor de energia é dependente das políticas praticadas no país (KARAKAYA; NUUR; HIDALGO, 2016). No Brasil, a dependência do setor nas políticas também ocorre. Portanto, antes de desenvolver qualquer modelo de negócios que se conecte com o setor elétrico, é necessário entender como o mercado elétrico brasileiro é organizado.

Os consumidores podem contratar energia elétrica de dois modos: no Ambiente de Contratação Regulado (ACR) ou mercado cativo; e no Ambiente de Contratação Livre (ACL) ou mercado livre. No primeiro ambiente, os consumidores compram energia das concessionárias de distribuição com tarifas reguladas pelo governo (BURIN et al., 2020). No mercado livre, a empresa consumidora negocia energia diretamente das geradoras ou comercializadoras, ajustando preços, volumes e prazos (BURIN et al., 2020).

As empresas responsáveis pela produção, transmissão e distribuição de energia elétrica compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN), formado, predominantemente, por usinas

hidrelétricas de múltiplos proprietários (BURIN et al., 2020). No SIN ocorrem as negociações de compra e venda de energia, o que significa que uma vez que um agente do mercado se torna membro do SIN (distribuidora, geradora, comercializadora, consumidor livre ou especial), ele pode negociar energia com qualquer outro agente, independentemente da geração física e restrições de transmissão (BURIN et al., 2020). O SIN detém 96,5% de toda a capacidade de produção de energia elétrica do país, composta por usinas, linhas de transmissão e de distribuição (EPE, 2021a).

Dados os ambientes ACR e ACL, as usinas FV de GC estão conectadas ao SIN e podem comercializar sua energia no mercado cativo ou livre. Antes de 2012, apenas a GC podia se conectar no SIN, e devido à competitividade das usinas hidrelétrica nos leilões do mercado regulado, não eram comuns contratos com usinas FV. A solar FV começou a se tornar mais competitiva nos leilões em meados de 2017 (EPE, 2021a). A partir de 2012, foi possível conectar as usinas de MMGD às redes de distribuição do SIN (ANEEL, 2012). A contar desse ano, as empresas instaladoras FV tornaram as suas atividades proeminentes e contínuas no mercado, além de desenvolver as suas primeiras perspectivas de modelos de negócio inovadores na área da energia FV. Para a MMGD, a tecnologia FV mostrou-se competitiva, e o crescimento desse mercado superou as projeções (EPE, 2021a).

Considerando o rápido crescimento da energia FV ocorrido na MMGD, a modalidade da GD é o foco da maioria das instaladoras FV brasileiras (REVISTA FOTOVOLT, 2021a). Em conformidade com os dados da ANEEL de maio de 2022, os clientes da MMGD são caracterizados principalmente por investidores residenciais e comerciais (ANEEL, 2022). E à aproximadamente 1 milhão de unidades geradoras instaladas até a referida data necessitaram dos serviços de uma empresa instaladora.

A maioria dos 21.200 instaladores FV são pequenas e médias empresas. Sua taxa de conversão de orçamentos em vendas foi de 10% no ano de 2021 (GREENER, 2022). Esse índice demonstra que o consumidor brasileiro tem interesse em adquirir sistemas FV, mas a venda ainda é um desafio para as instaladoras (RIGO et al., 2019a). Essa taxa de conversão de vendas pode ocorrer por diferentes razões: muitos clientes estão apenas curiosos em consultar o orçamento do sistema, mas não têm real interesse em adquiri-lo; o desinteresse do cliente ocorre quando conhece os dados da viabilidade econômica do sistema ou constata que lhe falta capital para o investimento; ou a competitividade entre os instaladores FV, pois uma característica desse setor é que todos oferecem o mesmo produto. Esse último motivo evidencia que um modelo de negócios competitivo pode refletir em um ganho de participação de mercado, uma vez que muitas empresas competem para vender sistemas FV.

2.2 BUSINESS MODEL CANVAS

Para facilitar a difusão das energias renováveis, principalmente nos países em desenvolvimento, é fundamental desenvolver um modelo de negócios otimizado para sua realidade, pois as características do modelo de negócios estão relacionadas ao país e às condições regionais (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016). Um modelo de negócios demonstra como uma empresa cria valor econômico, explicando os fatores associados à oferta, mercado, estratégia, capacidade interna, competição e investidor (CHESBROUGH; ROSENBLUM, 2002). O modelo de negócios que pode arbitrar entre inovação tecnológica e criação de valor econômico costuma ser bem-sucedido (CHESBROUGH; ROSENBLUM, 2002).

A ferramenta mais utilizada para estruturar modelos de negócios é o BMC. Alguns autores estudaram as perspectivas de negócios em energias renováveis via BMC. Karakaya, Nuur, e Hidalgo (2016) discutiram os desafios do modelo de negócios de uma empresa instaladora FV em um país com declínio da difusão devido à redução da política FIT. O estudo evidenciou como as empresas do setor de energia estão vinculadas à política. Gabriel e Kirkwood (2016) analisaram os negócios de empreendedores de energia renovável, evidenciando que consultores, distribuidores e integradores são os principais modelos de negócios dos países em desenvolvimento. Horváth e Szabó (2018) analisaram a evolução dos modelos de negócios FV enfrentando barreiras de GD. Zanjirchi et al. (2020) aplicaram BMC para apresentar o fator chave do desenvolvimento de energias renováveis no Irã. Os autores afirmam que as empresas, para obter receitas estáveis no mercado de energia renovável, devem observar os segmentos de clientes e as ações de apoio do governo. Karami e Madlener (2021) desenvolveram um *benchmark* BMC para varejistas de eletricidade para encontrar novos modelos de negócios. Os autores concluíram que novos modelos de negócios permitem que os clientes se tornem mais autossuficientes e sustentáveis.

Esta seção apresenta o BMC para instaladores de sistemas FV e discute as suas nove categorias para o mercado brasileiro. Mesmo que uma empresa não possua todas as características discutidas nesta seção, esta deve incluir algumas delas em seus modelos de negócios. A Figura 2 exibe o BMC e na sequência seus componentes são detalhados, seguindo a sequência do processo de pensamento da construção do BMC.

Figura 2 – *Business Model Canvas* das instaladoras

Segmento de Clientes

Os clientes são o alvo para o qual a empresa cria valor. Os clientes finais dos sistemas FV podem ser pessoas físicas ou jurídicas com pouco ou muito conhecimento sobre os sistemas FV (RIGO et al., 2020a). Isso significa que há uma diversidade de clientes que o instalador pode atender. Os clientes de sistemas *off-grid* e *on-grid* são diferentes dos clientes de grandes usinas de energia. Sistemas acima de 1 MW são geralmente vendidos para grandes empresas, indústrias, concessionárias de energia elétrica ou empreendedores do mercado livre. Esses clientes possuem características distintas, pois lidam com alto capital de investimento, buscam minimizar os riscos do negócio e negociam com diversos *stakeholders*. O *design* do sistema também difere, sendo que a instalação em solo passa a ser uma opção comum, com inversores de alta potência, e menores preços por kW. O processo regulatório também é diferente porque as plantas FV podem ser GD se não excederem 5 MW (ANEEL, 2012; BRASIL, 2022). Caso contrário, devem ser enquadradas como GC.

Os clientes da GD (sistemas *On-grid*) podem pertencer a sete classes: residencial, comercial, rural, industrial, iluminação pública, serviço público e poder público (ANEEL, 2022). Posto isso, os clientes residenciais e comerciais são a maior participação na GD. É interessante observar a participação dos consumidores rurais, que superaram os consumidores industriais (ANEEL, 2022). Apesar de possuírem tarifas mais baixas de energia – tarifas de eletricidade mais baixas tornam os sistemas FV menos viáveis – nos últimos dois anos a classe rural cresceu expressivamente sua participação da GD FV.

De acordo com o estudo de Greener, até 2017, a maioria dos clientes tinha mais de 50 anos de idade. No entanto, em 2020, 55% dos clientes apresentaram menos de 50 anos. No mesmo estudo, em 2017, apenas clientes pertencentes às classes econômicas A, B e C, adquiriram os sistemas. Porém, em 2020, os indivíduos da classe D também tornaram-se clientes com 15% de participação (GREENER, 2021a). Na pesquisa de Gastaldo et al. (2019), a maioria dos clientes apresentaram perfil ecocêntrico, o que significa que preocupam-se com o meio ambiente. A instaladora necessita entender seu cliente e os nichos de clientes que deseja alcançar. É possível identificar quais formas de abordar diferentes clientes, além de definir estratégias de *marketing* direcionadas para a prospecção de clientes.

Proposta de valor

A proposta de valor é o conjunto de serviços que a instaladora FV oferece, que responde à seguinte questão "*Que valor entregamos ao cliente?*" (DORNELAS, 2020). As instaladoras FV podem se autodeclarar especializadas em projetar e instalar sistemas *On-grid*, *Off-grid* e Grandes Usinas. Mesmo que os sistemas *On-grid* e *Off-grid* também sejam usinas, a divisão estabelecida para a análise de mercado é: (i) Sistemas *On-grid*: Empresa especializada no desenvolvimento de projetos e instalação de sistemas conectados à rede de distribuição, classificados como MMGD; (ii) Sistemas *Off-grid*: Empresa especializada no desenvolvimento de projetos e instalação de sistemas isolados (não conectados à rede de distribuição). Esses sistemas diferem significativamente do anterior pelo uso de baterias para armazenar energia e as dimensões do sistema. O dimensionamento do sistema é diferente porque é necessário otimizar a geração de energia mesmo nos meses com os menores níveis de irradiação solar; e (iii) Grandes Usinas: Empresa especializada na concepção e construção de centrais de geração FV de grande escala, classificadas como GC. As usinas se diferenciam dos sistemas anteriores por serem sistemas com alta capacidade de geração conectadas primeiro às subestações e depois às linhas de transmissão.

Além da experiência no projeto e instalação de sistemas *On-grid*, *Off-grid* e Grandes Usinas, a proposta de valor também integra outros serviços. As necessidades dos clientes que a empresa pode atender são: (i) Integração completa, com projeto, compra e instalação; (ii) Consultoria, estudos de viabilidade; (iii) Desenvolvimento de projetos elétricos (básico e executivo), com prospecção de equipamentos, análise de sombreamento e previsão de geração; (iv) Serviços pós-venda, não somente a garantia, mas serviços de limpeza, monitoramento, manutenção preventiva e corretiva; (v) Processo de registro do sistema junto à concessionária para sistemas *On-grid* e assessoria jurídica e de projeto para Grandes Usinas; e (vi) Assessoria financeira para obtenção de financiamento ou oferta de uma linha de financiamento própria.

Além dos serviços que os instaladores FV visam diretamente ao consumidor final, a empresa pode prestar serviços para a cadeia de energia FV, tais como (i) Fabricação de estruturas de fixação, (ii) Desenvolvimento de projetos para outros instaladores, (iii) Distribuidor de equipamentos para instaladores FV menores na região; (iv) Desenvolver cursos de treinamento sobre o processo de instalação para outros instaladores FV; e (v) Abrir seu modelo de negócios e marca como uma franquia.

Canais

Os canais são a forma de conectar o cliente à proposta de valor por meio de métodos de distribuição e informação. A empresa pode apostar em sua localização, franquias, representantes, parcerias e sites. Estudo da Greener afirma que 50% das vendas ocorreram com equipe comercial própria, 19% com representantes, 10% com parcerias entre empresas e 10% com *E-commerce/market-place* (GREENER, 2021a). Independentemente da estratégia, o cliente precisa receber a atenção da equipe comercial da empresa, pois adquirir um sistema FV envolve um alto valor econômica e a tecnologia pode gerar dúvidas. Visto isso, os clientes tendem a orçar o sistema em mais de uma instaladora, e os valores mais baixos nem sempre são escolhidos (SINITSKAYA et al., 2020). A confiança no instalador FV pode ser um fator ganhador de pedidos e os canais é que promovem esse relacionamento.

Devido à RSL, identificou-se três outras opções de canais para a difusão da tecnologia FV: o registo nos catálogos das empresas instaladoras como forma de se apresentar aos clientes; a criação de eventos *showroom* em sistemas instalados, por exemplo, convidar a vizinhança para conhecer o sistema FV instalado em uma residência do bairro; e participar de feiras de negócios, onde participam clientes e outras empresas parceiras.

Relacionamento com o cliente

A instaladora FV precisa definir o relacionamento com seu cliente, bem como, os procedimentos de acordo com os segmentos de clientes. O relacionamento pode ocorrer com interações pessoais e *online*. Suponha que o relacionamento nesses dois ambientes seja positivo para o cliente. Então, as chances de manter a interação com a empresa são maiores e, conseqüentemente, a satisfação do cliente promove o *marketing* boca a boca.

Segundo a RSL, ações que promovam a confiança do cliente são essenciais para o recebimento do pedido, tais como: Informar o cliente sobre a tecnologia de forma adequada, explicando detalhadamente como funciona cada componente do sistema, principalmente módulos, inversores e sistemas de segurança; entregar um contrato de garantia claro; e desenvolver um projeto de fácil compreensão, com explicações sobre retorno do investimento, marca dos equipamentos, cabos e estrutura de fixação.

No relacionamento pós-venda, é recomendável que o instalador FV mantenha os canais abertos, respondendo as dúvidas dos clientes, entregando o sistema com uma explicação detalhada, e auxiliando-os no monitoramento da geração nos primeiros meses. Essas atitudes e

o cumprimento dos prazos planejados para instalação promovem altas notas nos sites de avaliação dos clientes. No pós-venda, a maior reclamação dos clientes diz respeito à geração do sistema abaixo do esperado, ou seja, quando o sistema não gera o que a empresa prometeu (GREENER, 2021a). Por isso, é necessário ensinar ao cliente sobre o funcionamento do sistema, permitindo-lhe identificar os motivos de uma possível redução da geração, ou aumento do uso da eletricidade em sua rotina.

Fluxos de receitas

Os fluxos de receita dos instaladores FV compreendem: as vendas de sistemas FV, incluindo projeto, equipamento e instalação; apenas a venda de projetos; e vendas de serviços de Operação e Manutenção (O&M). As margens de lucro variam dependendo do tamanho da instalação. As instalações no solo são geralmente mais caras do que as instalações no telhado. Instalações maiores têm custos mais baixos por W do que instalações menores (GREENER, 2021a). Cabe à empresa definir sua política de preços. A empresa também pode faturar com franquias, venda de sistemas de fixação, distribuição de equipamentos, venda de cursos de instalação e como administradora de usinas cooperativas.

Recursos chave

Uma empresa que tem como a sua principal proposta de valor a integração do sistema, precisa de pessoas e das suas competências. A equipe comercial necessita captar o conhecimento técnico e apresentar uma atitude proativa e didática para explicar a tecnologia aos clientes. A equipe de engenharia precisa desenvolver projetos qualificados com viabilidade técnica e econômica. Também deve promover a instalação dos sistemas de forma segura e confiável para garantir o seu funcionamento adequado. Essas duas equipes precisam manter um relacionamento próximo para aprimorar os processos e a atualização da tecnologia.

Os instaladores podem optar por ter parte do pessoal da empresa e outra parte terceirizada, e isso vai depender da disponibilidade de mão de obra e do modelo organizacional da empresa. No estudo da Greener, 35% das empresas terceirizam o serviço de instalação, 23% terceirizam o projeto de engenharia, 16% terceirizam a homologação junto à concessionária e 14% terceirizam o *marketing* (GREENER, 2021a). O capital organizacional e humano de uma empresa prestadora de serviços é fundamental, por isso investir em treinamento é uma opção para diminuir a rotatividade de pessoas chave e valorizar a equipe. Outros recursos essenciais

são: *softwares* de projetos, infraestrutura para pessoas; infraestrutura para armazenamento de equipamentos de instalação, estruturas de fixação e os equipamentos do sistema FV (módulos, inversores, cabeamento, baterias para sistemas *off-grid*, dispositivos de segurança e *string box*).

Atividades chave

As atividades-chave correspondem aos processos internos das instaladoras diretamente relacionados com os serviços mencionados em Proposta de valor. Em geral, os principais macroprocessos são o gerenciamento de vendas/clientes, o projeto de usinas FV, o orçamento de sistemas FV para os clientes, a instalação e o gerenciamento de compras de equipamentos. Portanto, o desenvolvimento das competências dos gestores em gerir projetos e pessoas é fundamental para o desenvolvimento da empresa, assim sendo, a capacitação dos colaboradores também é uma atividade fundamental.

Os instaladores são dependentes de fornecedores e outros parceiros, portanto, uma atividade-chave é equilibrar os principais interessados. A gestão da empresa deve promover boas relações com funcionários do governo, empresas de serviços públicos locais e distribuidores de equipamentos. Outra atividade crucial para o sucesso é uma gestão de compras adequada. Suponha que a empresa mantenha um relacionamento confiável com distribuidores e fabricantes, marcas e tecnologias. Nesse caso, pode estar à frente de seus concorrentes nas negociações, e a gestão de compras pode reduzir custos.

O desenvolvimento de projetos também é uma atividade crítica. A qualidade da instalação depende da qualidade do projeto. A empresa deve garantir o bom funcionamento dos sistemas instalados e uma estrutura sólida para suportar os fenômenos climáticos. Tanto no projeto quanto na instalação, a instaladora deve almejar reduzir continuamente o tempo de execução para o cliente, mantendo a qualidade. Os clientes preferirão instalações rápidas, desde que a qualidade e segurança sejam mantidas.

Quando a empresa oferece serviços de manutenção e operação, estes se tornam uma atividade-chave da empresa, exigindo equipes para os procedimentos de manutenção. Esses procedimentos exigem o conhecimento da equipe, uma vez que essa equipe deve operar os equipamentos de medição e sugerir a substituição dos equipamentos em caso de falha, sem comprometer a qualidade e segurança do sistema.

As atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) podem tornar a empresa mais competitiva. P&D não é uma prática comum em instaladoras FV. Porém, a inovação pode ocorrer em qualquer atividade. As empresas instaladoras podem ser parceiras de instituições de

pesquisa (universidades, centros de pesquisa) em diferentes áreas, como métodos de previsão de difusão FV, análise de eficiência de módulos FV sob diferentes condições e busca de diferentes materiais para a estrutura de fixação dos módulos.

Parceiros chave

Os principais parceiros dos instaladores de sistemas FV são: (i) associações internacionais, nacionais e regionais (como ABSOLAR, ABGD, ABINEE, ABESCO, AGSOLAR, entre outras); (ii) distribuidores de equipamentos; (iii) fabricantes de equipamentos; (iv) empresas de catálogo de clientes; (v) empresas instaladoras parceiras, oferecendo serviços diferentes ou em diferentes regiões; (vi) corretores; (vii) equipes terceirizadas de engenharia, instalação e construção; (viii) Concessionária de energia local e (ix) Clientes satisfeitos. Clientes satisfeitos podem servir como difusores de sistemas com seus amigos e vizinhos. Os fornecedores são parceiros vitais e o negócio de integração depende inteiramente da cadeia de distribuição de equipamentos, majoritariamente importados de outros países.

Estrutura de custos

O instalador deve compreender os recursos essenciais e atividades críticas mais custosas financeiramente. Os custos dos funcionários são relevantes, pois esse mercado exige conhecimento e treinamento. Quanto aos equipamentos, módulos e inversores têm seus custos dependentes do dólar. O custo dos sistemas FV vem reduzindo ao longo dos anos. Porém, devido ao impacto cambial causado pela pandemia de COVID-19, em 2020, os instaladores reduziram sua margem para manter os preços competitivos e não arriscar influenciar o mercado aquecido (EPE, 2021b). Outro custo para a atividade da empresa são as viagens e logística, uma vez que sua operação rotineira é visitar clientes em várias regiões. Aluguel, água e eletricidade são custos associados à infraestrutura de escritórios e armazéns. Finalmente, os custos de *marketing* devem ser alocados adequadamente. Portanto, a eficiência da publicidade deve ser avaliada, otimizando custos com futuras propagandas.

2.3 TENDÊNCIAS DE NEGÓCIOS

Em todo o mundo, o setor elétrico está transformando o modelo *Bulk Grid* para o modelo de Geração e Armazenamento Distribuídos (HOULDIN; YANG, 2021). No Brasil, o rápido crescimento da energia solar FV por meio da GD levou a ANEEL a revisar o SCEE para equilibrar os custos da rede elétrica entre participantes e não participantes da GD. Além disso, a inserção da GD na rede elétrica brasileira preocupou as concessionárias de energia elétrica e seu monopólio. As concessionárias enfrentaram a perspectiva de que os clientes reduzirão suas compras de eletricidade à medida que adotarem a geração solar FV e entrarem em um ciclo de *feedback* positivo (espiral da morte) (MUAFA et al., 2017; NASCIMENTO et al., 2020).

Nesse sentido, por meio de consultas públicas em 2018 a 2020, a ANEEL desenvolveu uma nova regra de compensação para a GD que adiciona os custos da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) das concessionárias de energia aos usuários da GD (ANEEL, 2018). O congresso nacional publicou o Marco Legal da GD em 6 de janeiro de 2021 com a implementação de mudanças semelhantes às sinalizadas pela ANEEL (BRASIL, 2022). A entrada da cobrança de TUSD para sistemas de GD confirma uma tendência de redução dos benefícios que o governo brasileiro tem dado às energias renováveis. Porque com a mudança no SCEE, o tempo de retorno para os investidores aumenta.

Alguns países europeus sofreram danos causados pela redução dos incentivos da FIT. Este fato conduziu o mercado a um ciclo de expansão e contração, exigindo alto volume de instalação antes do término do incentivo e alta contração após o término do incentivo. (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018). O mesmo cenário de mercado pode ocorrer no Brasil. Mesmo com a continuidade da viabilidade econômica, o aumento do retorno do investimento pode obrigar alguns investidores a decidirem pela não instalação do sistema FV da modalidade GD. Se houver uma retração na venda de sistemas FV para a GD, os instaladores devem estar à frente na prospecção de novos clientes e se diferenciar dos concorrentes. Alguns participantes do setor acreditam no oposto, que o Marco Legal da GD traz segurança jurídica para os investidores, o que pode melhorar a difusão, mesmo que alguns benefícios tenham sido reduzidos.

Em 2015, a ANEEL revisou a regulamentação da GD, permitindo diferentes modalidades de conexão à rede (ANEEL, 2015): (i) Empreendimento com múltiplas Unidades Consumidoras (UC): permitindo o uso de energia elétrica de forma independente com a GD para condomínios; e (ii) Geração Compartilhada: permite consórcio ou cooperativa e é composta por pessoa física ou jurídica. Embora essas modalidades existam na regulamentação

desde 2015, esse tipo de negócio começou a ser mais evidente nos últimos dois anos. Até 2019, o número de plantas com essas conexões era de 52 para empreendimentos com múltiplas UC e 427 para geração compartilhada. Em 2021, o número cresceu para 191 e 812, respectivamente (ANEEL, 2022). O aumento do número de condomínios com a GD, eleva a possibilidade de venda destes sistemas FV e venda de serviços de O&M e gestão financeira. A criação e gestão de cooperativas de usinas FV para clientes que não dispõem de local para instalar o sistema em seus locais de consumo, como empresas em centros de cidades e apartamentos, permite uma nova forma de comercialização de energia. Por exemplo, em 2021 foi criada uma plataforma digital no Estado de Minas Gerais para negociar assinaturas para uso de créditos de compensação de geração solar distribuída (VAGALUME, 2021).

Uma das opções para aumentar a difusão FV é investir em usinas para vendê-las no mercado livre. A venda de energia elétrica no mercado livre está sólida no Brasil (BURIN et al., 2021). Quanto maior a oferta de energia no mercado livre, maior a competição entre os participantes, criando uma tendência de redução de preços e atração de consumidores livres (BURIN et al., 2021). A migração de consumidores do mercado cativo para o livre ocorre em ritmo acelerado. Em janeiro de 2021, esse mercado contava com 8.475 consumidores, representando 33% de toda a energia elétrica do país. Nesse mesmo mês, 11% da energia FV gerada no Brasil foi vendida no mercado livre. No mesmo mês do ano anterior, esse percentual era de apenas 1% (ABRAACEEL, 2021), demonstrando o crescimento da energia solar FV no mercado livre. Os instaladores podem prospectar clientes interessados em gerar energia por meio da fonte solar para comercializar neste mercado. De acordo com um estudo Greener, 42% dos instaladores FV entrevistados receberam pelo menos um cliente do mercado livre interessado em energia solar FV em 2020 (GREENER, 2021a).

A comercialização de energia por meio do *Power Purchase Agreement* (PPA) se expandiu no Brasil. O PPA é um contrato de compra e venda de energia de longo prazo entre um gerador/comercializador e um consumidor. Há uma aceleração relevante do interesse dos consumidores livres em contratar energia renovável por meio de PPA's (GREENER, 2021b). A *Atlas Renewable Energy Company*, do fundo britânico Actis, foi considerada a maior desenvolvedora de projetos de energia limpa para empresas compradoras da América Latina em 2020. Possui contratos com o Brasil correspondentes a 70% do total de contratos com a América Latina (REVISTA FOTOVOLT, 2021b). O destaque foi o acordo de longo prazo PPA (15 anos) em 2020 com a Mineradora Anglo American, fornecendo 9 TWh da usina solar FV de Casablanca (REVISTA FOTOVOLT, 2021b). Braskem fechou em março de 2020 parceria com a multinacional francesa Voltalia para compra de energia solar por 20 anos (GREENER,

2021b). A maioria dos PPAs no Brasil foi firmada com empresas estrangeiras. Cabe às empresas brasileiras aumentar sua competitividade para fechar negócios de grande porte como as estrangeiras.

Uma das principais tendências que os instaladores FV podem explorar é o mercado de armazenamento de energia. O armazenamento de energia elétrica pode ocorrer “na frente do medidor” ou “atrás do medidor”, ou seja, próximo ao sistema de geração, transmissão e distribuição ou com o consumidor (ENGLBERGER; JOSSEN; HESSE, 2020). O armazenamento próximo à geração permite absorver os picos de geração e transferi-los para momentos de alta carga (ENGLBERGER; JOSSEN; HESSE, 2020). O armazenamento próximo à transmissão e distribuição permite maior eficiência na rede quando instalado em pontos estratégicos (GREENER, 2021c). O armazenamento do consumidor permite *backup* de energia, autonomia de energia e a aplicação de sistemas fora da rede. Considerando que o preço das baterias de lítio caiu 89% desde 2010, junto com o aumento de sua densidade energética (GREENER, 2021c), essa tecnologia está cada vez mais perto de atingir taxas de viabilidade econômica atrativas para investimentos significativos (TROVATO; KANTHARAJ, 2020). No mercado de GD FV, existem sistemas de *design* híbrido em que a funcionalidade de *backup* foi integrada à unidade geradora. Espera-se que este novo mercado cresça ao longo da década de 2020 (GREENER, 2021c). De acordo com um estudo Greener, 85% dos instaladores FV entrevistados receberam pelo menos um cliente interessado em sistemas de armazenamento em 2020 (GREENER, 2021a).

O avanço das tecnologias de armazenamento também ajuda no mercado de carros elétricos (NARINS, 2017). As baterias são um insumo fundamental para a indústria global de carros elétricos (NARINS, 2017). Nesse cenário, os instaladores podem promover as vendas de *carports* FV. Buresh, Apperley e Booyesen, (2020) declaram que *carports* solares FV no local de trabalho irão reduzir o impacto da rede, economizar custos e diminuir a pegada de carbono. Grandes empresas podem estar interessadas em promover uma pegada ecológica e instalar *carports* FV para seus funcionários. Os instaladores FV devem estar à frente das tendências do mercado para garantir seu poder competitivo.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A principal contribuição deste capítulo compreende o desenvolvimento do BMC para a atuação competitiva das instaladoras de energia FV no Brasil. A maioria dessas empresas brasileiras é especializada no projeto e instalação de sistemas *On-grid*. Portanto, os sistemas FV mais comuns comercializados por elas são os sistemas de MMGD. Aproximadamente 7% das instaladoras possuem os maiores volumes de potência instalada, apontando para uma discrepância na participação de mercado entre as instaladoras (RIGO et al., 2021). No entanto, as tendências do mercado apontam para futuras oportunidades de negócios para usinas FV em condomínios, cooperativas ou no mercado livre.

O BMC ajuda os instaladores a olharem para seus negócios e se posicionarem de forma mais assertiva no mercado brasileiro. Com a discussão deste capítulo, os instaladores podem se concentrar em estratégias eficientes alinhadas com seu modelo de negócios e alcançar o sucesso em seus negócios. Este BMC pode ser a base para o desenvolvimento de mercados FV emergentes, especialmente em países do BRICS e países com regulamentação de energia semelhante ao Brasil, por exemplo, que usam *Net Metering* para a GD. Assim, é possível estudar quais itens do BMC são mais favoráveis para cada um dos países do BRICS, e essa análise pode ser ampliada em comparação aos países do G7. Além disso, este BMC pode servir como uma ferramenta de *benchmarking* para comparar negócios entre instaladores ou entre diferentes países.

3 FATORES DE COMPETITIVIDADE DAS INSTALADORAS

O modelo proposto nesta tese está diretamente relacionado aos aspectos competitivos das empresas instaladoras. Por este motivo, este capítulo foi desenvolvido a partir da RSL explanada no **APÊNDICE A**. Prevendo a necessidade de organizar os fatores em um modelo de causa e efeito, para permitir a mensuração da performance competitiva de um instalador, este capítulo está organizado em subseções referentes às perspectivas do modelo BSC.

Em 1992, Robert Kaplan e David Norton, professores da *Harvard Business School*, introduziram o modelo BSC como um sistema de medição de desempenho voltado para a gestão estratégica das empresas (KAPLAN; NORTON, 1996, 2008). O BSC pressupõe que o conjunto de indicadores para gerenciar uma empresa não deve se restringir apenas ao financeiro, pois são resultados de ações passadas da empresa. É preciso monitorar, junto com os resultados financeiros, o desempenho do mercado com os clientes, o desempenho dos processos internos, mão de obra, tecnologia e inovações. Os autores afirmam que as ações de pessoas, tecnologias e inovações, se bem aplicadas nos processos internos, irão melhorar o desempenho do mercado com os clientes. A reação em cadeia dos indicadores indica o desempenho financeiro da empresa. Com a gestão de KPIs financeiros e não financeiros, somada ao conhecimento da causa e efeito entre eles, é possível ter uma visão integrada e equilibrada da empresa, permitindo descrever a estratégia da empresa de forma objetiva. Além disso, o BSC promove o alinhamento dos objetivos estratégicos com indicadores, metas e planos de ação, garantindo que os esforços da organização sejam direcionados para sua estratégia.

Os 39 fatores de competitividade de uma empresa instaladora de energia FV extraídos da literatura são organizados nessa seção sob as quatro perspectivas do BSC: Financeiro, Clientes, Processos Internos e Aprendizagem e Crescimento. Cada seção apresenta os fatores relacionados a sua perspectiva, os autores que mencionaram o fator em suas pesquisas e a explicação sobre o fator. Considerando que a relação hierárquica tem como base os fatores de Aprendizagem e Crescimento, seguidos de Processos Internos, Clientes, e finalizando com os ganhos financeiros, a organização desta seção segue esse nível hierárquico para apresentar os fatores.

3.1 PERSPECTIVA APRENDIZAGEM E CRESCIMENTO

A perspectiva Aprendizagem e Crescimento visa desenvolver objetivos e medidas para orientar o aprendizado e crescimento da empresa, oferecendo a infraestrutura para atingir

resultados excelentes nas demais três perspectivas (KAPLAN; NORTON, 2008). As empresas precisam estar em constante melhoria em seus produtos e serviços, bem como de seus funcionários (KAPLAN; NORTON, 2008). Apoiado na literatura acerca das empresas instaladoras de energia FV, foram identificados dez fatores que se enquadram nesta perspectiva. Esses fatores foram organizados em três dimensões: Capital Organizacional, Infraestrutura e Capital Humano. O Quadro 2 apresenta as três dimensões, os fatores competitivos e as respectivas referências.

Quadro 2 – Fatores da perspectiva Aprendizagem e Crescimento

Dimensão		Fator		Referências
L1	Capital Organizacional	L11	Experiência da empresa instaladora	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (O'SHAUGHNESSY, 2019); (O'SHAUGHNESSY et al., 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (NEMET et al., 2017); (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016); (WANG; CHUANG, 2016); (WISER et al., 2007)
		L12	Investimento em P&D	(WANG; CHUANG, 2016)
		L13	Certificação da empresa instaladora	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (TSOUTSOS et al., 2013a); (TSOUTSOS et al., 2013b); (WISER et al., 2007); (LYNN, 2005); (BARBOSA et al., 2000)
		L14	Conhecer subsídios de apoio ou outros programas de incentivo político	(MIGNON; BROUGHEL, 2020)
		L15	Participação em associações	(TSOUTSOS et al., 2013a); (TSOUTSOS et al., 2013b)
L2	Infraestrutura	L21	Localização geográfica da instaladora	(SINITSKAYA et al., 2020); (O'SHAUGHNESSY, 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (O'SHAUGHNESSY; NEMET; DARGHOUTH, 2018); (NEMET et al., 2017); (WANG, 2017)
		L22	Tamanho da empresa	(SINITSKAYA et al., 2020); (O'SHAUGHNESSY, 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (NEMET et al., 2017); (WANG, 2017); (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016); (O'SHAUGHNESSY et al., 2019)
L3	Capital Humano	L31	Equipes disponíveis para realizar trabalho qualificado	(WANG; CHUANG, 2016); (TSOUTSOS et al., 2013a); (TSOUTSOS et al., 2013b); (BARBOSA et al., 2000)
		L32	Retenção de funcionários	(WANG; CHUANG, 2016)
		L33	Treinamento de funcionários	(TSOUTSOS et al., 2013a); (TSOUTSOS et al., 2013b); (BARBOSA et al., 2000)

A dimensão Capital Organizacional relaciona fatores que representam o nível organizacional da empresa focado na capacidade de aprendizagem, dedicação em inovação e experiência na área de atuação. O fator “Experiência da empresa instaladora” aborda o total de anos de atuação de uma empresa na instalação de sistemas FV e a soma acumulada de potência que a empresa instalou (em kW, MW ou GW). Empresas mais experientes podem apresentar custos de operação reduzidos, uma vez que podem ter processos mais otimizados devido ao conceito de “*learning by doing*” (O’SHAUGHNESSY et al., 2019). Nesse sentido, os preços de instalação de sistemas podem reduzir enquanto a empresa obtém experiência (O’SHAUGHNESSY et al., 2019; WISER et al., 2007). Além de preços competitivos, empresas mais experientes podem efetuar mais vendas devido ao histórico de clientes satisfeitos, notoriedade no mercado e confiança percebida da comunidade.

Alguns países têm a exigência de certificação da empresa instaladora, por isso a existência do fator “Certificação da empresa instaladora”. Como exemplo, no Reino Unido tem o *Government's Microgeneration Certification Scheme* (MCS) (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018), que visa criar e manter padrões para a certificação de produtos, instaladores e suas instalações (MSC, 2020). A certificação corrobora com a qualidade da instalação. A má instalação de sistemas FV, seja isolado ou conectado à rede, pode causar danos significativos à propriedade ou à rede de energia elétrica (HERNÁNDEZ-CALLEJO; GALLARDO-SAAVEDRA; ALONSO-GÓMEZ, 2019). Mesmo que o país não obrigue que a empresa tenha uma certificação para realizar instalações, o país pode apresentar normas e regulamentações para com os equipamentos e com a instalação. Quando o sistema é conectado à rede, as concessionárias possuem processos de regulamentação e medição. Este é o caso do Brasil, que não possui uma certificação para as empresas instaladoras, mas exige equipamentos aprovados pelo INMETRO e Normas Regulamentadoras da ANEEL para aprovação de sistemas conectados à rede (RIGO et al., 2019a).

Outro aspecto importante na perspectiva Aprendizagem e Crescimento para medir o potencial de inovação da empresa é seu posicionamento quanto a pesquisa e desenvolvimento no fator “Investimento em P&D” (WANG; CHUANG, 2016). Para o cenário da energia FV, a empresa precisa estar proativa quanto as inovações em tecnologias de módulos, inversores, microinversores, baterias, entre outros equipamentos. Para isso, as empresas devem destinar orçamentos para busca de atualizações tecnológicas e até mesmo desenvolver patentes por projeto de P&D (WANG; CHUANG, 2016). Consequentemente, a cultura de P&D pode apoiar o desenvolvimento do fator “Conhecer subsídios de apoio ou outros programas de incentivo político”. Existem políticas e subsídios para apoiar a inserção de energias renováveis na matriz

energética de diferentes países, por exemplo, *Green Certificate Program* na Suécia (MIGNON; BROUGHEL, 2020). Se a empresa mantém a cultura de pesquisa, também pode estar mais aberta a conhecer e usar desses subsídios a seu favor. O último fator dessa dimensão é “Participação em associações”. As associações de empresas instaladoras podem apoiar o desenvolvimento de políticas e propagandas acerca do modelo de negócios em energia FV nos países, elevando a competitividade de todo o setor.

A dimensão Infraestrutura apresenta o potencial da empresa em obter mercado devido a suas capacidades, como a sua localização fator “Localização geográfica da instaladora” e o seu tamanho no fator “Tamanho de empresa”. Autores afirmam que a localização geográfica de um instalador e o tamanho do negócio afetam o preço por watt cobrado por um sistema solar (NEMET et al., 2017; O’SHAUGHNESSY; NEMET; DARGHOUTH, 2018; SINITSKAYA et al., 2020). Além dos preços, a localização também interfere na capacidade do instalador de estimar o cronograma do projeto (SINITSKAYA et al., 2020). Por exemplo, quando o sistema é conectado à rede, o tempo de inspeção e conexão é dado pela concessionária de energia e não pelo instalador. O instalador precisa estar ciente dos prazos da região para não frustrar o cliente com prazos mal estipulados. A localização também interfere substancialmente na logística dos equipamentos, pois quanto mais longe das distribuidoras de equipamentos, maiores são os custos da instaladora com o transporte.

Wang (2017) estudou a performance dos sistemas em relação ao tamanho das empresas e a diversificação geográfica de suas atuações na Califórnia. Constatou que empresas de grande porte não instalam sistemas mais eficientes que empresas pequenas, e que a diversificação geográfica da empresa afeta negativamente a performance das instalações. Isso significa que a estratégia de crescer em mercado e infraestrutura pode afetar significativamente o desempenho técnico dos sistemas instalados pela empresa, o que afeta a futura obtenção de clientes. O que significa que a empresa precisa estar com processos internos consolidados e ter uma maior quantidade de equipes qualificadas disponíveis para então apostar em novos territórios de atuação.

A dimensão Capital Humano tem por objetivo acompanhar a capacidade de pessoal e seu aprimoramento. O fator “Retenção de funcionários” objetiva reter os funcionários no qual a empresa tem interesse a longo prazo, sem a intenção de substituição (KAPLAN; NORTON, 1996). Normalmente é medido pelo percentual de rotatividade de pessoas chave. Em empresas do setor de energia FV, isso pode ser observado pelo número de troca de gerentes (WANG; CHUANG, 2016), como gerentes de projetos, obras e vendas. Alguns países ainda estão com este mercado em evolução, e a quantidade de pessoas experientes pode ser reduzida.

Conseqüentemente, funcionários experientes podem ser importantes para as empresas, esses podem deixá-la e levar sua experiência para outro instalador (O'SHAUGHNESSY, 2019), ou abrir a própria empresa e competir com a sua empresa anterior. Este pode ser um risco quando a empresa não retém o funcionário.

O fator “Equipes disponíveis para realizar trabalho qualificado” trata de quantas equipes para qualificadas a empresa tem disponível. Como os projetos e a instalação exigem profissionais com conhecimento técnico, o número de equipes representa a capacidade da empresa em executar projetos e instalações paralelamente. Como consequência para este fator evoluir, o fator “Treinamento de funcionários” precisa ser adotado. Na inserção de um mercado de tecnologia inovadora, como a energia solar FV, a formação de técnicos é fundamental em todos os níveis (BARBOSA et al., 2000).

As pesquisas de Tsoutsos et al. (2013a, 2013b) visam analisar um perfil atual da força de trabalho e aprimorar com programa de treinamento e certificação de empresas instaladoras em oito países afim de elevar o potencial competitivo do setor (Grécia, Espanha, Reino Unido, Chipre, Romênia, Croácia, Bulgária). O treinamento é fundamental, uma vez que a falta de mão de obra de instaladores qualificados para a instalação e manutenção pode resultar em falhas técnicas e insatisfação de clientes (TSOUTSOS et al., 2013a).

3.2 PERSPECTIVA PROCESSOS INTERNOS

A perspectiva Processos Internos compõe as atividades mais críticas executadas na empresa que possibilitam a realização dos objetivos dos clientes e acionistas (KAPLAN; NORTON, 2008). Para analisar os processos internos, primeiro é necessário estruturar a sua cadeia de valor, que são as atividades específicas que as empresas criam valor e vantagem competitiva (KAPLAN; NORTON, 2008). Em relação a vantagem competitiva das empresas instaladoras de energia FV, essa perspectiva pode ser dividida em quatro dimensões: Projetos, Instalação, Gestão de Compras e Gestão de Stakeholders. O Quadro 3 apresenta as quatro dimensões, os fatores e as respectivas referências.

Quadro 3 – Fatores da perspectiva Processos Internos

Dimensão		Fator		Referências
I1	Projetos	I11	Realizar cálculos avançados	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (SINITSKAYA et al., 2020); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (LYNN, 2005)
		I12	Avaliação qualificada da estrutura da instalação	(SINITSKAYA et al., 2020); (LYNN, 2005)
		I13	Desenvolvimento de projetos bem informados	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (SINITSKAYA et al., 2020); (WILDE, 2019); (LYNN, 2005)
		I14	Tempo de desenvolvimento do projeto	(SINITSKAYA et al., 2020); (BAO et al., 2019); (ARDANI et al., 2012); (BLACK, 2007)
		I15	Obter as licenças regulatórias do sistema	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (SINITSKAYA et al., 2020); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (ARDANI et al., 2012); (TSOUTSOS et al., 2013b)
I2	Instalação	I21	Eficiência do processo de instalação	(SINITSKAYA et al., 2020); (ARDANI et al., 2012);
		I22	Qualidade das empresas subcontratadas	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018)
I3	Gestão de Compras	I31	<i>Know-how</i> em selecionar a tecnologia	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (SINITSKAYA et al., 2020); (BAO et al., 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (WANG, 2017); (SUEYOSHI; GOTO, 2014); (LYNN, 2005)
		I32	Selecionar os fornecedores dos insumos	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (WANG, 2017); (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)
		I33	Selecionar a logística adequada	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)
I4	Gestão de Stakeholders	I41	Equilibrar o interesse de diferentes <i>stakeholders</i>	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (SINITSKAYA et al., 2020)
		I42	Vizinhos das instalações realizadas como futuros clientes	(SINITSKAYA et al., 2020); (WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)
		I43	Colaboração com outras instaladoras com diferentes habilidades	(O'SHAUGHNESSY et al., 2019); (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)

A dimensão Projetos engloba os fatores de desenvolvimento dos projetos de sistemas FV. O fator “Realizar cálculos avançados” é crítico para a garantia de que o sistema é a solução adequada para o cliente. Cada projeto deve conter cálculos estruturais, estudo de inclinação ideal de módulos, projeção de possíveis sombreamentos, cálculo de produção de energia esperada, retorno de investimento (baseando-se em taxas atualizadas e projeções de preços), entre outros. Impactando nesse fator, existe a responsabilidade de avaliar adequadamente a estrutura do local a ser instalado o sistema, seja em telhado ou em solo. Por isso, o fator “Avaliação qualificada da estrutura da instalação” visa garantir a durabilidade e segurança da instalação quanto ao apoio mecânico dos módulos e inversores. As empresas instaladoras, no

processo de desenvolvimento do projeto, devem enviar pessoas qualificadas para a avaliação da estrutura e orientar melhorias ou concertos, colocando como premissa para a futura instalação do sistema (SINITSKAYA et al., 2020).

Um aspecto importante para obter vantagem competitiva é desenvolver projetos bem entendíveis pelos clientes, claros e detalhados, como o fator “Desenvolvimento de projetos bem informados”. Os clientes costumam realizar orçamentos com mais de uma empresa, e o projeto bem apresentado auxilia na confiança percebida pelo cliente. Se o projeto apresenta uma explicação clara sobre a disposição dos módulos, a geração de energia esperada, as tecnologias, marcas e garantias dos produtos, bem como, uma avaliação explicada sobre o retorno de investimento e opções de pagamento, o cliente tenderá a sentir-se mais seguro para assinar o contrato. Sob a mesma argumentação, o fator “Tempo de desenvolvimento do projeto” também é importante para obter compradores. O cliente não quer esperar muito tempo para ter o orçamento e projeto, então, o cronograma e o escopo de um projeto pode inibir a aquisição de novos clientes (SINITSKAYA et al., 2020). Este é um processo que precisa ser constantemente aprimorado para manter a qualidade e ser executado em menor tempo.

Um projeto adequadamente desenvolvido permitirá a obtenção da regularização do sistema, no fator “Obter as licenças regulatórias do sistema”. O estudo de Sinitskaya et al. (2020) concluiu que o processo de regulamentação frequentemente causa frustrações no instalador e cliente, afirmando que essa frustração diminuía em locais que a empresa atua mais repetidamente, pois as agências reguladoras estão familiarizadas com a qualidade do trabalho do instalador e fazem a inspeção mais rapidamente. Isso significa que empresas que historicamente desenvolvem e executam projetos com qualidade elevam a sua confiança percebida pelos inspetores, possibilitando agilidade na regularização do sistema.

A dimensão Instalação engloba os fatores do processo de construção das usinas FV. Conforme a cadeia de valor, após o desenvolvimento do projeto vem o processo de instalação do sistema FV. Esse processo pode ser rápido e fácil, como por exemplo quando os sistemas são pequenos e em telhados de fácil acesso, ou pode ser um processo complexo, como quando são grandes usinas, que exigem processo de concretar estruturas no solo, ou telhados de difícil acesso. Uma instalação bem feita permite o bom funcionamento do sistema ao longo de sua vida útil, e principalmente, a segurança, como o sistema de anti-ilhamento em sistemas conectados à rede. O fator “Eficiência do processo de instalação” busca compreender a eficiência do processo de instalação em termos de tempo, pessoas e recursos envolvidos. O recurso tempo afeta negativamente o financeiro da empresa e a satisfação dos clientes. Contudo, é necessário manter o equilíbrio entre uma instalação rápida e a qualidade. Por isso, empresas

que realizam o mapeamento de processos e desenvolvem procedimentos operacionais padrão tendem a ser mais eficientes.

Algumas empresas terceirizam o processo de instalação, ou algumas etapas do processo, entretanto, é de sua responsabilidade a qualidade da execução. Por isso, os autores Hanna, Leach e Torriti (2018) levantaram em seu estudo a questão de como a empresa assegura o seu padrão de qualidade quando terceiriza alguns serviços, sugerindo o fator “Qualidade das empresas subcontratadas”. Qualquer erro de execução por parte das subcontratadas será compreendida pelos clientes por um erro da empresa instaladora que vendeu o sistema.

O ato de projetar e instalar dispara necessidade de compras de insumos. Ao mesmo tempo, o projeto deve ser realizado sob as perspectivas reais de equipamentos a serem comprados, a fim de não frustrar o cliente com a troca de marca ou modelo de algum equipamento por falta dele nos fornecedores. Esse cenário está contido na dimensão Gestão de Compras, que trata dos processos de compra de equipamentos necessários para as instalações, prospecção de novas tecnologias e fornecedores e seleção de logística adequada. Uma gestão de compras eficiente pode se tornar um fator competitivo em mercados acirrados, em que diferentes marcas de equipamentos estão disponíveis e que empresas instaladoras diferentes orçam sistemas com diversas marcas, com produtos nacionais ou importados.

Posto isso, os fatores “*Know-how* em selecionar a tecnologia” e “Selecionar os fornecedores dos insumos” devem ser estudados pela empresa. Se a cultura de P&D está consolidada na empresa, provavelmente a equipe de compras detém o conhecimento sobre as tendências de tecnologias a serem prospectadas. Técnicas de seleção de fornecedores são importantes uma vez que é necessário equilibrar prazo de entrega com o custo do produto. Se a empresa gerencia bem suas compras, pode realizar compras únicas para mais de um projeto, elevando seu poder de barganha com os fornecedores. Juntamente a isso, o fator “Selecionar a logística adequada” também envolve a escolha entre prazo e custo.

A dimensão Gestão dos Stakeholders busca compreender a gestão de todas as partes interessadas da empresa instaladora. Sinitskaya et al. (2020) trata em seu estudo deste tema, e indica que a comunidade interessada pode ser enquadrada em três classes: Proprietários de propriedades vizinhas, governos locais (ou municípios) e outras partes. Neste último pode-se citar os órgãos de proteção ao meio ambiente, fornecedores da cadeia produtiva, concessionárias de energia elétrica e associações de energia solar. O fator “Equilibrar o interesse de diferentes *stakeholders*” trata desse cuidado em lidar com todas as partes. Para atender a isso, a empresa precisa ter uma presidência comunicativa e *marketing* direcionado, a fim de apresentar sua proposta de valor à comunidade.

Consequentemente, a empresa que investe no fator “Vizinhos das instalações realizadas como futuros clientes” tem maior vantagem competitiva, pois clientes satisfeitos geram o efeito *word-of-mouth* apresentando sua compra aos seus conhecidos, caracterizado na literatura de serviços (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2020). Por isso a empresa pode transformar os vizinhos dos clientes em futuros clientes criando eventos de exposição dos sistemas entre outras iniciativas (WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017). O fator “Colaboração com outras instaladoras com diferentes habilidades” refere-se a empresa estar aberta a construir uma relação amistosa com algumas concorrentes que tenham diferentes habilidades. Como por exemplo quando a empresa tem notório conhecimento sobre instalação *off-grid* em pequena escala e precisa executar um projeto *on-grid*. Sabendo que algumas empresas tem maior habilidade nesse processo, a curva de aprendizagem deverá ser menor quando parcerias ocorrerem. Sendo a prática de *benchmarking* recomendada para o desenvolvimento do setor.

3.3 PERSPECTIVA CLIENTES

A perspectiva Clientes corresponde ao segmento de clientes e mercado que a empresa deseja competir (KAPLAN; NORTON, 2008). Sabe-se que os interesses dos clientes são as funcionalidades dos produtos/serviços, tempo de atendimento às suas necessidades, preço, desempenho e qualidade (KAPLAN; NORTON, 2008). No mercado de instalação de sistemas FV, os clientes são indivíduos com diferentes níveis de conhecimento técnico (por exemplo, proprietários, empresas e indústrias) (RIGO et al., 2020a). A tomada de decisão sobre esse investimento não é uma tarefa fácil visto o alto capital investido e a dificuldade em reverter da compra. Nesse mercado também existe uma particularidade, a de que todas as empresas oferecem basicamente a mesma solução, que é a integração de equipamentos para a geração de energia FV. Isso significa que a experiência de compra e a confiança são aspectos significativos para que a empresa tenha vantagem competitiva. Esta perspectiva está dividida em quatro dimensões: Imagem, Opções de Pagamento, Relacionamento e Monitoramento. O Quadro 4 apresenta as quatro dimensões, os fatores e as respectivas referências.

Quadro 4 – Fatores da perspectiva Clientes

Dimensão		Fator		Referências
C1	Imagem	C11	Boa reputação / confiança percebida	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (WILDE, 2019); (BAO et al., 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)
		C12	Atividades de <i>Marketing</i>	(SINITSKAYA et al., 2020); (O'SHAUGHNESSY et al., 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016); (WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)
C2	Opções de Pagamento	C21	Financiamento próprio para clientes	(SINITSKAYA et al., 2020); (O'SHAUGHNESSY et al., 2019); (BAO et al., 2019); (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)
		C22	Opções de pagamento a clientes	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018)
C3	Relacionamento	C31	Transparência dos processos para com o Cliente	(SINITSKAYA et al., 2020); (WILDE, 2019); (O'SHAUGHNESSY et al., 2019); (WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)
		C32	Garantia escrita do serviço	(WILDE, 2019); (BAO et al., 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)
		C33	Bom relacionamento com corretor	(BLACK, 2007)
		C34	Oferecimento de serviços de O&M	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)
C4	Monitoramento	C41	Reclamações e falhas reportadas de sistemas em operação	(BAO et al., 2019)
		C42	Relacionamento no pós-venda	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)

A dimensão Imagem foca na opinião de pessoas externas quanto a empresa. O fator “Boa reputação/confiança percebida” é crítico no cenário competitivo entre empresas instaladoras. Confiar na empresa instaladora não é efetivo apenas para ela, mas também para a difusão de sistemas em mercados novos, em que a comunidade ainda não tem conhecimento sobre a energia FV (WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017). Por isso, a confiança percebida faz com que empresas instaladoras sejam consideradas difusoras intermediárias desse setor (MIGNON; BROUGHEL, 2020). Além disso, em mercados competitivos, onde empresas instaladoras competem entre si, investidores afirmam que confiabilidade é tão importante quanto o preço para sua tomada de decisão (BAO et al., 2019).

O estudo de Wilde (2019) investiga três tipos de confiança que envolvem o processo de decisão de compra de produtos de baixo carbono: confiança interpessoal, impessoal e profissional. Uma das possibilidades de a empresa evidenciar sua reputação é recolher

declarações de clientes satisfeitos para divulgação e obter notas altas em sites de avaliações de clientes. Além de ter uma boa reputação por prestar serviços de qualidade, a empresa precisa comunicar isso à sociedade por meio de “Atividades de *Marketing*”. As estratégias de *marketing* precisam ser adequadamente estudadas, variando seus meios de divulgação como, boca a boca, site da empresa, anúncios impressos e digitais (GABRIEL; KIRKWOOD, 2016), e estudando quais as estratégias tem sucesso, com o objetivo de direcionar melhor seus investimentos em propagandas (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018).

A dimensão Opções de Pagamento discute as possibilidades de pagamento que os clientes têm ao efetuar a compra na empresa. Uma vantagem competitiva interessante apontada por alguns autores é quando a empresa possui uma própria linha de financiamento para os clientes, referenciados no fator “Financiamento próprio para clientes”. Esse tipo de prática é comum em empresas de venda de carros novos e pode ser um caminho futuro para as empresas do setor FV oferecerem este tipo de opção de pagamento aos clientes. Entretanto, a condição mais relevante é que a empresa busque dispor diferentes opções de pagamento aos clientes, a fim de garantir a retenção do cliente, oferecendo facilidade no pagamento, confiança no negócio e atendendo ao fator “Opções de pagamento a clientes” (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018).

A dimensão Relacionamento se refere a experiência completa de compra, para além do ato da compra, englobando todo o processo de contato da empresa com o cliente, até a entrega do sistema. Quando o relacionamento com o cliente é adequado, o cliente pode se tornar a melhor propaganda para os futuros clientes, além de retornar a empresa para adquirir novos equipamentos ou expandir o sistema. Estudos comprovam devido a instalação de vizinhos, as instalações dentro do mesmo raio de vizinhança aumentaram porque os indivíduos foram capazes de ver os benefícios dos sistemas em primeira mão e desejam os benefícios para si próprios (GAVA GASTALDO et al., 2019; OPIYO, 2019). A empresa garantindo uma boa imagem junto ao cliente aumenta as chances dessa vizinhança contratá-la para a instalação.

O fator “Transparência dos processos para com o Cliente” eleva a confiança do cliente. Quando a empresa assume uma postura de transparência, o cliente tem tendência a se sentir mais seguro e estar mais aberto a entender possíveis atrasos ou falhas. Uma transparência no processo pode motivar o investidor a entender e decidir sobre aspectos do projeto, como facilidade de expansão, manutenção, impacto visual, entre outros (RIGO et al., 2020a). Por entender todo o processo, o cliente pode assumir algumas responsabilidades junto ao instalador, como melhorias na estrutura para a instalação e questionar sobre o monitoramento do sistema. Além da transparência, o bom relacionamento pode ser garantido por meio de “Garantia escrita do serviço”. Assim como confiança na empresa, investidores afirmam que oferecer garantias é

mais importante que preço para sua tomada de decisão (BAO et al., 2019), pois como é um mercado novo, os consumidores ainda se sentem inseguros na tomada de decisão de investir nestes sistemas. Se uma empresa oferece prazos e serviços de garantias extras aos clientes, ela apresentará uma vantagem competitiva perante as demais instaladoras.

Outro relacionamento é referente ao fator “Bom relacionamento com corretor”. O estudo de Black (2007) discute sobre as vantagens de um corretor no ramo da energia FV, como por exemplo: O corretor é como um cliente frequente, o que é raro na indústria solar; pode ajudar no emparelhamento e qualidades ocultas do instalador e personalidade ou estilo com os clientes apropriados; pode entender as necessidades e a situação do instalador e explicá-las ao cliente sem parecer defensivo. Ou seja, o corretor pode apresentar benefícios comerciais para o instalador quando tiverem um bom relacionamento. Após a instalação do sistema, monitoramento e futuras manutenções podem ser necessárias, por isso o fator “Oferecimento de serviços de Operação e Manutenção” é uma vantagem competitiva para ganhar clientes. Se a empresa oferece serviços de manutenção, o cliente entende que qualquer necessidade futura do seu sistema poderá ser cuidada pela empresa que instalou, sem a necessidade de contatar e criar um novo vínculo de confiança com outra empresa para prestar esse serviço.

A dimensão Monitoramento refere-se aos procedimentos pós-venda que sugere ser adotados pela empresa. Considerando o objetivo de obter vantagem competitiva, o fator “Reclamações e falhas reportadas de sistemas em operação” deve ser acompanhado constantemente pela empresa. A empresa precisa ter uma atitude proativa para resolver todas as possíveis reclamações e manter o cliente satisfeito. Um cliente insatisfeito é uma propaganda negativa para a empresa, uma vez que pode relatar seu caso em sites de avaliação de clientes e com seus conhecidos e vizinhos. Somado a isso, o fator “Relacionamento no pós-venda” deve garantir uma boa relação também para com aqueles sistemas que não apresentam falhas, mas que os clientes gostariam de ser contatados, como uma forma de demonstrar interesse em sua satisfação. Com o passar dos anos, também é possível que esse cliente retorne a empresa para expandir seu sistema.

3.4 PERSPECTIVA FINANCEIRA

A perspectiva Financeira como última perspectiva na relação de causa e efeito, pode medir a eficácia das três anteriores. Os objetivos e medidas financeiras devem desempenhar duas funções, definir a meta financeira da empresa e servir como meta principal para todas as demais medidas (KAPLAN; NORTON, 2008). Isso significa que todos os fatores listados

anteriormente precisam suportar a meta desta perspectiva. Considerando que a avaliação do presente estudo é a vantagem competitiva perante concorrentes, os fatores estão associados ao ganho de pedidos, a efetiva venda de sistemas e serviços. Os fatores F13 e F22 não foram identificados na literatura, mas foram adicionados devido a importância percebida deles perante as demais perspectivas. Por isso essa perspectiva está dividida em duas dimensões: Vendas de Sistemas Fotovoltaicos e Venda de Serviços. O Quadro 5 apresenta as duas dimensões, os fatores e as respectivas referências.

Quadro 5 – Fatores da perspectiva Financeira

Dimensão		Fator		Referências
F1	Venda de sistemas fotovoltaicos	F11	Preço final dos sistemas	(O'SHAUGHNESSY et al., 2019); (BAO et al., 2019); (NEMET et al., 2017); (WANG, 2017); (NEMET et al., 2017); (ARDANI et al., 2012)
		F12	Volume vendido	(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (O'SHAUGHNESSY, 2019); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018); (NEMET et al., 2017)
		F13	Sistemas instalados por classe de cliente	Incluído
F2	Vendas de serviços	F21	Vendas de serviços de O&M	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018) (WANG; CHUANG, 2016)
		F22	Vendas de projetos	Incluído

A dimensão Venda de Sistemas Fotovoltaicos é o objetivo final de todas as empresas instaladoras. O fator “Preço final do sistema” é considerado a vantagem competitiva mais tangível para o cliente avaliar sua escolha de compra. Mesmo que este não seja sempre o fator decisivo como discutido na subseção anterior, provavelmente terá relevância no processo de decisão do investidor. Quando os mercados possuem menos concorrentes, os preços praticados pela integração tendem a ser maiores do que em mercados com mais rivais (O'SHAUGHNESSY, 2019). O instalador não tem poder de modificação de preço dos equipamentos quando a indústria nacional não está desenvolvida. Esse é o caso das empresas instaladoras da América Latina, que é um mercado em crescimento elevado, mas que necessita importar os equipamentos. Durante a crise do COVID-19 esse setor sofreu com a alta do dólar, no Brasil, por exemplo. Entretanto, não elevou os preços finais dos sistemas, pois com a alta concorrência, tiveram que manter os preços finais do sistema e reduzir os preços do serviço de instalação.

O estudo de O'Shaughnessy et al. (2019) relata que os preços dos sistemas FV são menores quando: os sistemas são instalados por instaladores mais experientes; em mercados mais concentrados; quando mais instaladores competem; quando os clientes solicitam mais orçamentos; em mercados com incentivos financeiros mais baixos; e mercados com menos encargos de licenciamento. Contraditório a conclusão de O'Shaughnessy et al. (2019), os autores Nemet et al. (2017) depararam-se com menores preços em mercados com poucos instaladores ativos, logo, com menos concorrência. Isso significa que em mercados pequenos, duas situações distintas podem acontecer: (i) a empresa por ter menos rivais pode assumir preços mais elevados; ou (ii) a empresa tem menor rivais porque o mercado da região não tem muitos interessados, então a empresa precisa assumir preços menores para garantir a atratividade do consumidor e difundir a tecnologia. Cabe uma análise de mercado para avaliar o contexto e definir seus preços.

O fator “Preço final do sistema” está correlacionado ao fator “Volume vendido”, que corresponde a potência acumulada que a empresa instalou. As instaladoras costumam utilizar esse valor (em kW, MW ou GW) como propagandas para motivar novos clientes a contatarem a empresa. Além disso, é esse volume que pode ser convertido em lucro bruto da empresa. A venda de sistemas pode ser avaliada conforme os diferentes tipos de clientes, como residenciais, comerciais, rurais, industriais e do setor público, como o fator “Sistemas instalados por classe de cliente”. Esse fator não tem como objetivo entender a soma de potência vendida, mas o tipo de cliente que a empresa está atendendo, pois dentro desse mercado existem alguns nichos.

Essas informações auxiliam as estratégias de marketing direcionado. Se a empresa tem uma parcela maior de consumidores da classe residencial (baixa tensão), provavelmente ela trabalha com a venda de sistemas menores, estruturas de fixação específicas para telhados e inversores de menor potência e com mais entradas MPPT, devido as diferentes inclinações que um telhado pode apresentar. Se a empresa atua preponderantemente no segmento industrial (média e alta tensão), provavelmente trabalha com a instalação de sistemas maiores, estruturas em solo (como estacionamentos), inversores maiores, e pode oferecer a venda serviços de manutenção e monitoramento. Essas informações alimentam o *Market Share* da empresa. Quanto maior a fatia de mercado, melhor é o desempenho competitivo da empresa perante suas rivais. Este fator é de difícil, mas essencial, acompanhamento. Em mercados em desenvolvimento, como o Brasil, a quantidade de empresas instaladoras dobra a cada ano (GREENER, 2022), dificultando a obtenção de fatia de mercado das empresas. Em mercados maduros, as empresas conseguem ter mais certeza quanto a essas informações e manter suas estratégias mais constantes.

A dimensão Venda de Serviços pode impulsionar a empresa por aumentar sua participação no mercado. Vender serviços, que não seja a integração de sistemas, pode não ser o foco da empresa, mas em alguns mercados pode se tornar uma entrada financeira importante para a empresa. O fator “Vendas de serviços de O&M” é possível quando a empresa atua nesse segmento. Como discutido nas subseções anteriores, oferecer esses serviços, mesmo que não seja do interesse de todos os clientes, pode elevar a confiança percebida do cliente pela empresa, que entende que existem possibilidades de serviços pós-venda. Como os sistemas possuem vida útil entre 20 e 30 anos, os clientes sabem que podem precisar desses serviços futuramente.

Outra modalidade de venda é o fator “Vendas de Projetos”. Esse é o caso quando o cliente faz a aquisição apenas do projeto, sem comprometer-se com a compra do sistema com a empresa. Isso pode acontecer em sistemas industriais de plantas novas, que o cliente ainda está em processo de planejamento e precisa do projeto para integrar o projeto da construção civil. Nesses casos a empresa está vendendo seus conhecimentos em projetar os sistemas. É também uma modalidade para apresentar ao cliente que pode projetar com qualidade e que é uma opção adequada para a futura instalação do sistema.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentado e discutido os fatores extraídos da RSL sobre a competitividade de empresas instaladoras de energia FV. Fundamentado na literatura internacional, constatou-se que em muitos países, as empresas instaladoras de energia FV são consideradas novas, onde o mercado de venda de sistemas FV ainda era inexistente até o fim última década. Em outros países, a prática de instalação de sistemas FV está em ritmo de difusão acelerado, em que mais de uma empresa compete para concretizar uma venda, tornando o cenário mais competitivo. Tanto no cenário de baixa difusão quanto no cenário de alta competitividade, é recomendado que as empresas reflitam sobre seu posicionamento competitivo e busquem potencializar seus ganhos em vendas de sistemas FV.

4 MODELO DE AVALIAÇÃO DO POTENCIAL COMPETITIVO

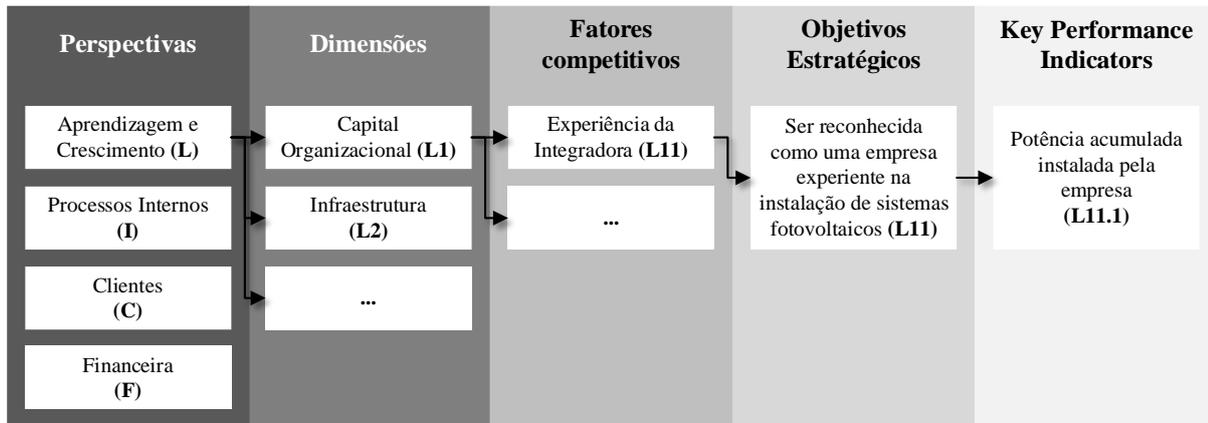
Este capítulo apresenta a modelagem para mensurar o potencial competitivo das empresas instaladoras. Este modelo segue a premissa de pertencer à realidade de instaladoras de sistemas FV de pequeno, médio ou grande porte, e que estejam inseridas do contexto do BMC descrito no Capítulo 2 e que considerem os fatores competitivos descritos no Capítulo 3. Posto isso, o modelo BSC baseado na literatura é apresentado na primeira seção, seguidos dos KPIs na segunda seção. A terceira seção apresenta a aplicação do método *Content Validity Ratio* com 51 gestores de empresas instaladoras. A quarta seção refere-se à aplicação do método DEMATEL com especialistas. A quinta seção expõe o modelo BSC final e a formulação matemática para a mensuração da competitividade de uma empresa instaladora.

4.1 MODELO *BALANCED SCORECARD* BASEADO NA LITERATURA

O BSC foi usado para categorizar os 39 fatores de competitividade extraídos do conteúdo dos artigos sob suas quatro perspectivas. O desenvolvimento iniciou com o estabelecimento do objetivo do mapa estratégico “**Desempenho competitivo da empresa instaladora de energia fotovoltaica**”. Tendo este objetivo em mente, foi possível criar o objetivo estratégico de cada um dos 39 fatores competitivos que compõe o modelo. Os fatores podem ser causa ou efeito para elevar ou diminuir o potencial competitivo de uma instaladora. Por isso, além dos fatores de competitividade, também foi possível extrair do conteúdo dos artigos possíveis relações de causa e efeito entre esses fatores. Essas relações de causa e efeito foram extraídas dos artigos para construção do modelo.

A Figura 3 apresenta o esquema de construção dos elementos do modelo BSC sob o exemplo de um objetivo estratégico. Cada perspectiva do BSC é chamada por uma letra: Aprendizagem e Crescimento (L – *Learning and Growth*); Processos Internos (I – *Internal Process*); Clientes (C – *Customer*); e Financeira (F – *Financial*); e números são acrescentados ao lado da letra decorrendo a hierarquia do modelo. Cada perspectiva é composta por dimensões, que apresentam os fatores competitivos extraídos da RSL. Para cada fator foi desenvolvido um objetivo estratégico da empresa (relação 1 para 1).

Figura 3 – Processo de desdobramento das perspectivas em objetivos estratégicos e KPIs



A construção dos objetivos estratégicos é a primeira etapa do desenvolvimento do modelo BSC (KAPLAN; NORTON, 1996). Geralmente os objetivos estratégicos são oriundos de discussões estratégicas das diretorias das empresas. Como o objetivo aqui é desenvolver um BSC genérico que aponte o posicionamento competitivo de uma empresa instaladora, esses objetivos foram construídos sob os fatores competitivos extraídos da RSL. No BSC, inicia-se a construção dos objetivos da perspectiva financeira, seguido da perspectiva de clientes, processos internos e terminando em aprendizado e crescimento (KAPLAN; NORTON, 1996).

Em sequência, foi observado se as referências da RSL apontaram uma relação de causa e efeito entre as dimensões. Por exemplo, em Wolske, Stern e Dietz (2017) a frase *“notavelmente, os indivíduos que confiam nos instaladores e acreditam que a energia solar será pessoalmente benéfica têm mais probabilidade de considerar entrar em contato com um instalador”* indica a relação de causa e efeito entre a dimensão “Imagem” da perspectiva clientes e “Vendas de Sistemas” da perspectiva financeira. Em Sinitskaya et al. (2020) a frase *“tempos de espera mais longos significam desperdício de orçamento de projeto e menor satisfação do cliente, o que aumenta a frustração”* indica a relação de causa e efeito entre a dimensão “Projetos” da perspectiva processos internos e a dimensão “Relacionamento” da perspectiva clientes. Todas as relações foram identificadas e podem ser visualizadas no **APÊNDICE A**.

A Figura 4 apresenta o modelo BSC onde são esquematizadas as relações de causa e efeito observadas na literatura e os objetivos estratégicos de cada fator. A perspectiva de Aprendizagem e Crescimento é a base. As três dimensões pertencentes a essa perspectiva impactam em todas as dimensões da próxima perspectiva, de Processos Internos. Essa relação é proeminente, uma vez que o Capital Organizacional, a Infraestrutura e o Capital Humano são

os alicerces para a empresa desenvolver suas atividades diárias. Todos os objetivos estratégicos dessa perspectiva buscam a melhoria contínua da empresa. Na dimensão “Infraestrutura”, por exemplo, a empresa que anseia por maior poder competitivo deve buscar expandir o seu tamanho e a sua área geográfica de atuação. Além das relações entre as dimensões das perspectivas, também se identificou relações de causa e efeito entre alguns fatores de uma mesma dimensão. Este é o caso da dimensão “Capital Organizacional” e “Capital Humano”. Na dimensão “Capital Organizacional”, o objetivo estratégico “Ampliar o investimento em P&D” contribui para o objetivo “Manter ou obter certificação de instaladora” e “Manter-se informado e atualizado sobre os subsídios e linhas de crédito”. O mesmo acontece na dimensão “Capital Humano”, em que o objetivo “Desenvolver treinamentos periódicos com as equipes de projetos, instalação e vendas” impacta diretamente em “Ampliar o número de funcionários qualificados”.

Os Processos Internos são a próxima perspectiva. Os objetivos estratégicos dessa perspectiva buscam a eficiência e qualidade das atividades da empresa. Ambas características são percebidas pelos clientes. A dimensão “Projetos” impacta diretamente na dimensão “Imagem” e “Relacionamento” da perspectiva clientes. Por exemplo, o objetivo estratégico “Desenvolver projetos detalhados que sejam facilmente compreendidos pelos clientes” é um processo interno de desenvolvimento de projetos que impacta nos objetivos de relacionamento com o cliente, como por exemplo “Manter os processos da empresa transparentes para o cliente”. A dimensão “Instalação” impacta diretamente em “Imagem”, “Relacionamento” e também “Monitoramento”. Entende-se que em fase de projetos, o monitoramento não é crucial como na fase de instalação. Após instalarem o sistema as empresas podem esquecer de monitorar a satisfação do cliente com o sistema em operação, o que pode causar perda de marketing boca-a-boca, improvisada por clientes satisfeitos e que alimenta intensamente o processo de difusão da tecnologia FV.

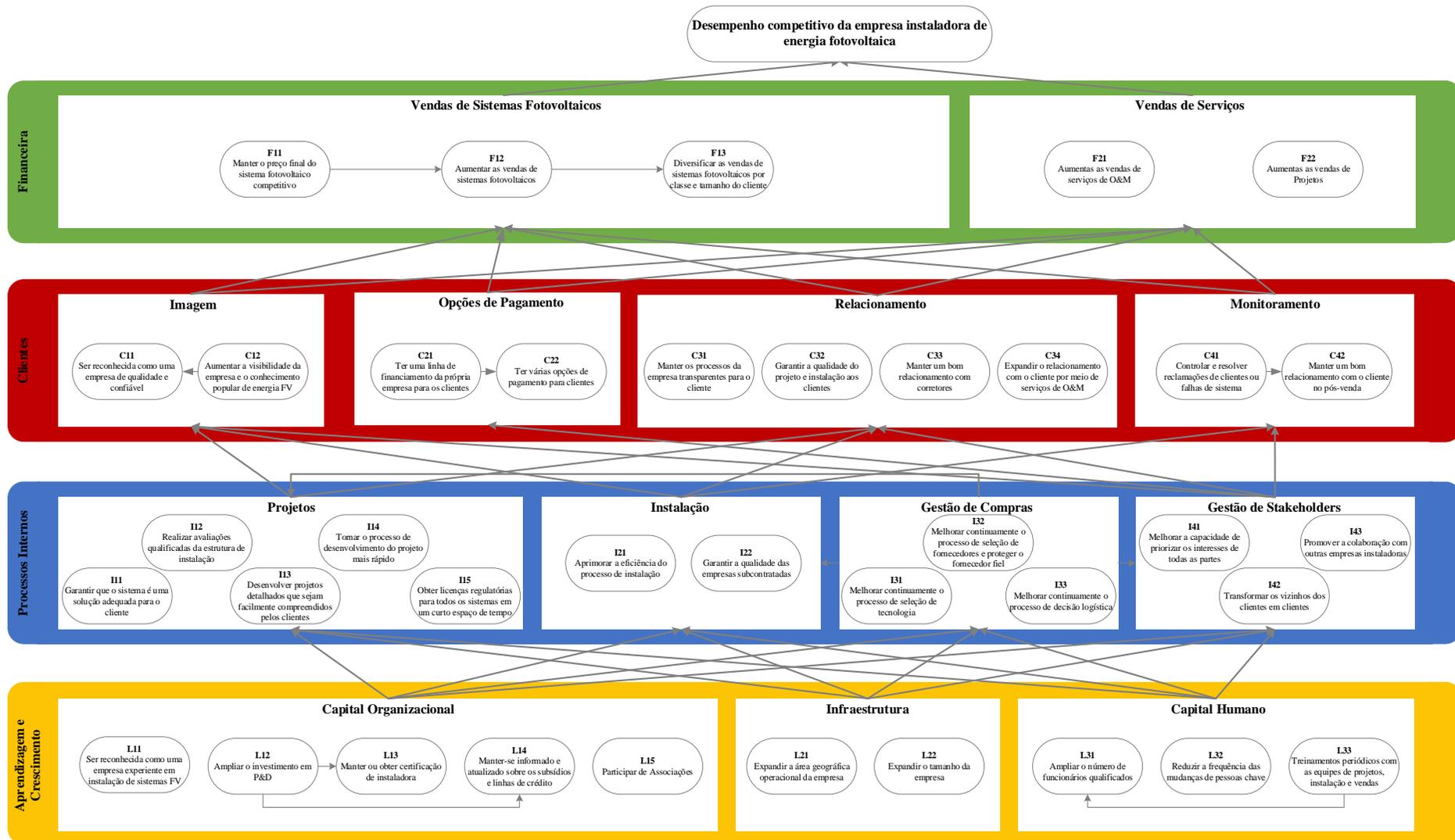
Observa-se que a dimensão “Gestão de Compras” impacta as demais três dimensões da mesma perspectiva. Primeiramente, a “Infraestrutura”, “Capital Organizacional” e “Capital Humano”, da perspectiva anterior, impactam em seu desempenho. Se a empresa tem uma infraestrutura apropriada para receber e armazenar produtos, se tem um desenvolvido capital organizacional acerca de novas tecnologias, linhas de financiamento e participação em associações, e além disso, tem bons profissionais para realizar as compras, logo, a empresa otimizará seu processo interno referente a dimensão de Gestão de Compras. Contudo, essa dimensão não alimenta diretamente a perspectiva de clientes, mas as demais dimensões dos Processos Internos. Por exemplo, para a dimensão Projetos, os projetistas somente podem

projetar sistemas com equipamentos possíveis de adquirir em tempo e custos satisfatórios para o cliente. Para a dimensão Instalação, o tempo para instalar o sistema ao cliente pode estar relacionado a logística selecionada no processo de compras. A Gestão dos stakeholders também exige um bom relacionamento com os fornecedores, pois as empresas instaladoras, por terem como principal proposta de valor integrar os equipamentos, são dependentes dos fornecedores. Em mercados competitivos e sem produção nacional, pode ocorrer a falta de equipamentos, principalmente de módulos e inversores, por isso, uma gestão de compras adequada pode tornar a empresa uma preferência para fornecedores, melhorando seu poder de barganha.

A perspectiva de Clientes é a próxima da relação de causa e efeito do BSC. A dimensão “Opções de Pagamento” é alimentada pela “Gestão de Stakeholders”, quando a empresa tem interesse no objetivo estratégico “Melhorar a capacidade de priorizar os interesses de todas as partes: clientes, vizinhos, município, fornecedores” ela pode procurar oferecer opções de pagamento que garantem a satisfação do cliente e a segurança da empresa. Dentro dessa dimensão, observa-se que o objetivo “Ter uma linha de financiamento da própria empresa para os clientes” impacta no objetivo “Ter várias opções de pagamento para clientes”, pois é uma opção de pagamento, e talvez a mais atrativa para os clientes. Como a perspectiva clientes trata da visão dos clientes pela empresa, as quatro dimensões impactam nas duas dimensões da perspectiva financeira, que se referem ao ganho de pedidos.

A última perspectiva, que antecede ao objetivo estratégico final, é a perspectiva Financeira. Os objetivos estratégicos dessa perspectiva visam o aumento do número de vendas. Na dimensão “Venda de Sistemas Fotovoltaicos” existe uma relação de causa e efeito entre fatores. Inicia pelo objetivo “Manter o preço final do sistema fotovoltaico competitivo” que impacta diretamente em “Aumentar as vendas de sistemas fotovoltaicos”, a qual impacta diretamente em “Diversificar as vendas de sistemas fotovoltaicos por classe e tamanho do cliente” e “Aumentar a participação de mercado da empresa”. Com isso, é evidente a recomendação de manter os preços competitivos. Isso não significa que a empresa precisa sempre oferecer preços mais baixos, mas que ofereça preços justos à perspectiva dos clientes, porque esses clientes, por meio da imagem, opções de pagamento, relacionamento e monitoramento, conseguem perceber um valor ao serviço da empresa instaladora. Ambas dimensões dessa perspectiva alimentam o objetivo final, que é a competitividade da empresa instaladora.

Figura 4 – Mapa estratégico para instaladoras baseado na literatura



4.2 PROPOSIÇÃO DE *KEY PERFORMANCE INDICATORS*

Os objetivos precisam ser mensuráveis. Por isso, a próxima etapa da construção do modelo foi o desenvolvimento de KPIs. Os KPIs auxiliam as empresas a acompanhar os *status* dos objetivos. Os KPIs permitem que os especialistas modelem adequadamente objetivos ambíguos da empresa por meio de variáveis quantitativas com faixas numéricas e limites claros (DEL MAR ROLDÁN-GARCÍA et al., 2019). Fundamentado nos fatores competitivos, foram desenvolvidos objetivos estratégicos e desenvolvidos os KPIs para mensurá-los, considerando as seguintes premissas para os KPIs: valer para todas empresas instaladoras de energia FV, independentemente de seu tamanho ou país; ser quantificável, impactar significativamente o desempenho do objetivo estratégico, ser simples de compreender e de quantificar, e ser flexível para suportar melhorias futuras.

Nesta seção é apresentado um expressivo número de indicadores como sugestão para as empresas mensurarem seu desempenho competitivo. Entretanto, ressalta-se que apenas um número limitado e gerenciável de KPIs deve ser mantido para uso regular por uma empresa (CHAN; CHAN, 2004). Ter muitos KPIs pode consumir muito tempo e recursos de uma empresa (CHAN; CHAN, 2004). Visto isso, é importante trabalhar indicadores com dados fáceis de coletar e manipular. É recomendada a reflexão acerca da evolução dos KPIs ao longo do tempo e que seja aceito, compreendido e adotado em toda a organização (CHAN; CHAN, 2004).

Os seguintes quadros apresentam os KPIs desenvolvidos para cada objetivo estratégico do BSC: 16 KPIs para a perspectiva de Aprendizagem e Crescimento (Quadro 6); 19 KPIs para a perspectiva de Processos Internos (Quadro 7); 21 KPIs para a perspectiva de Clientes (Quadro 8) e 25 KPIs para a perspectiva Financeira (Quadro 9). Junto ao KPI é apontada a sua unidade (binário, número inteiro, potência, montante de dinheiro, periodicidade de tempo e porcentagem) e o sentido quanto maior melhor (↑) e quanto menor melhor (↓).

O número de KPIs apresentados é elevado porque englobam os diferentes focos estratégicos, permitindo que um instalador selecione os KPIs que melhor correspondam ao seu modelo de negócios. Por exemplo: se o instalador não trabalha com serviços de O&M, os KPIs C34.1, F21.1 e F21.2 são desnecessários; caso a empresa não trabalhe com as vendas do projeto, os KPIs F22.1 e F22.2 são desnecessários; caso o instalador não realize serviços por empresas subcontratadas, o KPI I22.1 é desnecessário; se ter uma linha de financiamento própria não for interessante para a estratégia do instalador, o KPI C22.1 é desnecessário. Mas o instalador pode optar por continuar gerenciando o total de KPIs. O gerenciamento de KPIs é possível quando a

relação custo-benefício de obter as informações por KPI é acessível para a empresa. Além disso, quando a gestão estratégica é realizada sob as diretrizes do BSC, a tradução da estratégia deve atingir todos os níveis hierárquicos da empresa. Isso permite que todos estejam cientes de que suas ações impactam na estratégia.

A partir do conhecimento dos objetivos estratégicos e dos KPIs, um sistema de mensuração pode ser desenvolvido. Primeiramente, uma meta deve ser definida para cada indicador. É com o estabelecimento de metas que a empresa poderá acompanhar o sucesso ou o fracasso de suas estratégias e ações no atingimento do objetivo. Logo, um sistema de mensuração de desempenho pode ser desenvolvido, em que o atingimento de KPIs da base do BSC impactam no atingimento dos demais KPIs, devido a relação da causa e efeito observados na seção anterior.

Quadro 6 – KPIs para perspectiva Aprendizagem e Crescimento

Objetivo Estratégico		Key Performance Indicator (KPI)		Unidade	Direção
L11	Ser reconhecida como uma empresa experiente em instalação de sistemas fotovoltaicos	L11.1	Potência acumulada instalada pela empresa	MW	↑
L12	Realizar investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento, seja dentro da empresa ou por meio de parcerias com universidades e institutos de pesquisa	L12.1	Valor econômico acumulado investido em P&D	R\$	↑
		L12.2	Quantidade de parcerias ativas com universidades ou centros de pesquisa	Número	↑
L13	Manter ou obter certificações que envolvem a atividade de instalação de sistemas elétricos	L13.1	Ter certificação de instalador	Binário	-
L14	Manter-se informado e atualizado sobre os subsídios e linhas de crédito	L14.1	Frequência de atualização das equipes sobre subsídios ou outros programas de incentivo, atualização de regulamentos e linhas de financiamento	Período	↓
L15	Participar de Associações ligadas ao setor	L15.1	Quantidade de participações ativas em associações	Número	↑
L21	Expandir a área geográfica operacional da empresa	L21.1	A área geográfica que a empresa atende	Km ²	↑
		L21.2	Número de famílias / empresas / negócios na área geográfica de serviço da empresa	Número	↑
L22	Expandir o tamanho da empresa, como número de postos de trabalho, capacidade de estoque e aquisição de ferramentas e veículos	L22.1	Número de empregados	Número	↑
		L22.2	Capacidade de estoque	m ²	↑
		L22.3	O mix de serviços oferecidos pela empresa	Número	↑
L31	Aumentar o número de equipes disponíveis para realizar trabalhos qualificados na empresa	L31.1	Quantidade de funcionários qualificados para desenvolver projetos	Número	↑
		L31.2	Quantidade de funcionários qualificados para realizar instalações	Número	↑
		L31.3	Quantidade de funcionários qualificados para executar vendas	Número	↑
L32	Reduzir a frequência das mudanças de pessoas chave	L32.1	Porcentagem de rotatividade de pessoas chave	%	↓
L33	Desenvolver treinamentos periódicos com as equipes de projetos, instalação e vendas	L33.1	Porcentagem de funcionários que participaram de treinamento no último ano	%	↑

Quadro 7 – KPIs para perspectiva Processos Internos

Objetivo Estratégico		Key Performance Indicator (KPI)		Unidade	Direção
I11	Garantir que o sistema é uma solução adequada para o cliente, realizando cálculos avançados com a avaliação personalizada para cada cliente	I11.1	Calcular o retorno do investimento a partir dos preços esperados da eletricidade, usando taxas atualizadas	Binário	-
		I11.2	Calcular a produção de energia prevista de acordo com a radiação histórica, inclinação e avaliação de sombreamento	Binário	-
I12	Realizar avaliações qualificadas da estrutura que receberá o sistema, com o envio de profissionais qualificados para avaliação dos telhados ou terrenos	I12.1	Percentual de projetos encaminhados a profissional habilitado para avaliação da estrutura ou terreno para instalação	%	↑
I13	Desenvolver projetos detalhados que sejam facilmente compreendidos pelos clientes	I13.1	Percentual de satisfação do cliente com a apresentação e explicação dos projetos	%	↑
I14	Tornar o processo de desenvolvimento do projeto mais rápido	I14.1	Tempo médio de desenvolvimento para cada projeto	Horas	↓
I15	Obter licenças regulatórias para todos os sistemas em um curto espaço de tempo	I15.1	Situação do relacionamento com as distribuidoras de energia elétrica	1 a 5	↑
		I15.2	Acompanhamento periódico do processo de licenciamento do projeto na distribuidora de energia elétrica	Período	↓
I21	Aprimorar a eficiência do processo de instalação	I21.1	Quantidade média de pessoas envolvidas na instalação de sistemas	Número	↑
		I21.2	O período médio de instalação e disponibilização do sistema por kW	Dias	↓
I22	Garantir a qualidade das empresas subcontratadas	I22.1	Ter um procedimento operacional padrão para selecionar subcontratados	Binário	-
I31	Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia	I31.1	Quantidade de participações anuais em conferências para manter o relacionamento com a cadeia produtiva e inovações tecnológicas	Número	↑
		I31.2	Frequência de discussões internas sobre novas tecnologias	Período	↓
I32	Melhorar continuamente o processo de seleção de fornecedores e proteger o fornecedor fiel	I32.1	Ter um Procedimento Operacional Padrão para selecionar fornecedores considerando qualidade, preço, tempo e nível de serviço	Binário	-
		I32.2	Porcentagem de fornecedores leais (por exemplo, fornecedores de painéis fotovoltaicos, inversores, cabos, caixas de cordão, estruturas e subcontratados)	%	↑
I33	Melhorar continuamente o processo de decisão logística	I33.1	Ter um procedimento operacional padrão para selecionar os modos de logística, considerando o preço, o tempo de entrega e a confiabilidade	Binário	-
I41	Melhorar a capacidade de priorizar os interesses de todas as partes: clientes, vizinhos, município, fornecedores	I41.1	Ter um canal de relacionamento aberto e comunicativo com a comunidade e com os gestores políticos dos municípios	Binário	-
I42	Transformar os vizinhos dos clientes em clientes	I42.1	Quantidade de eventos de demonstração do sistema em operação para vizinhos por ano	Número	↑
		I42.2	Quantidade de vendas feitas a vizinhos de sistemas instalados por ano	Número	↑
I43	Promover a colaboração com outras empresas instaladoras	I43.1	Quantidade de empresas instaladoras parceiras	Número	↑

Quadro 8 – KPIs para perspectiva Clientes

Objetivo Estratégico		Key Performance Indicator (KPI)		Unidade	Direção
C11	Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável	C11.1	Avaliação geral de clientes em sites de recomendação	1 a 5	↑
		C11.2	Quantidade acumulada de declarações coletadas de clientes satisfeitos	Número	↑
C12	Aumentar a visibilidade da empresa e o conhecimento popular de energia FV	C12.1	Investimento médio mensal em categorias de publicidade	R\$	↑
		C12.2	O número de categorias de publicidade mensais usadas (TV, rádio, jornais, <i>outdoors</i> , anúncios na Internet, outros)	Número	↑
		C12.3	Quantidade mensal de clientes que declararam conhecer a empresa por meio de módulos de publicidade	Número	↑
		C12.4	Quantidade de plataformas de catálogos de instaladoras que a empresa está inserida e atualizada	Número	↑
		C12.5	Quantidade mensal de solicitações de orçamentos	Número	↑
C21	Ter uma linha de financiamento da própria empresa	C21.1	Ter linha de financiamento própria da empresa para clientes	Binário	-
C22	Ter várias opções de pagamento para clientes	C22.1	O número médio de opções de pagamento oferecidas aos clientes (à vista, débito, crédito, apoio na obtenção de financiamento externo da empresa, programa de financiamento próprio, descontos)	Número	↑
C31	Assegurar transparência aos clientes por meio de processo detalhado que ilustre o status efetivo das etapas de instalação do sistema de geração	C31.1	Informar o cliente sobre a tecnologia de forma adequada	Binário	-
		C31.2	Porcentagem de entregas do sistema onde uma explicação detalhada da operação e manutenção é feita para o cliente	%	↑
		C31.3	Periodicidade das informações para o cliente sobre o status do projeto, status do regulamento e previsão de instalação	Período	↓
C32	Garantir a qualidade do projeto e instalação aos clientes em contrato	C32.1	Porcentagem de sistemas entregues com um contrato de garantia de serviço	%	↑
		C32.2	O tempo de garantia contratual do sistema	Anos	↑
		C32.3	Garantias extras oferecidas aos clientes (seguro do equipamento durante a instalação, contrato de garantia de desempenho, seguro do equipamento)	Número	↑
C33	Manter um bom relacionamento com corretores de sistemas fotovoltaicos, um profissional intermediário que trabalha para o consumidor final	C33.1	Número cumulativo de sistemas vendidos por meio de corretores	Número	↑
C34	Expandir o relacionamento com o cliente por meio de serviços de O&M	C34.1	A empresa oferece serviços de O&M	Binário	-
C41	Controlar e resolver reclamações de clientes ou falhas de sistema	C41.1	O número acumulado de reclamações e falhas relatadas de sistemas	Número	↓
		C41.2	Porcentagem de reclamações resolvidas	%	↑
C42	Manter um bom relacionamento com o cliente no pós-venda	C42.1	Porcentagem de clientes contatados pelo menos uma vez para saber se o sistema está funcionando conforme o esperado	%	↑
		C42.2	Porcentagem de clientes que retornaram para uma nova compra (ampliação do sistema ou serviços de manutenção)	%	↑

Quadro 9 – KPIs para perspectiva Financeira

Objetivo Estratégico		Key Performance Indicator (KPI)		Unidade	Direção
F11	Manter o preço final do sistema fotovoltaico competitivo	F11.1	Preço por Wp de sistemas de telhado até 2 kWp	$\frac{p_i}{\bar{p}_c}$ p _c : preço da instaladora \bar{p}_c : médio de preço das concorrentes	↓
		F11.2	Preço por Wp de sistemas de telhado de 2 kWp a 30 kWp		↓
		F11.3	Preço por Wp de sistemas de telhado de 30 kWp a 75 kWp		↓
		F11.4	Preço por Wp de sistemas de telhado de 75 kWp a 500 kWp		↓
		F11.5	Preço por Wp de sistemas de telhado de 500 kWp a 1000 kWp		↓
		F11.6	Preço por Wp de sistemas de telhado de 1000 kWp a 5000 kWp		↓
		F11.7	Preço por Wp de sistemas Solo de 75 kWp a 500 kWp		↓
		F11.8	Preço por Wp de sistemas Solo de 500 kWp a 1000 kWp		↓
		F11.9	Preço por Wp de sistemas Solo de 1000 kWp a 5000 kWp		↓
F12	Aumentar as vendas de sistemas fotovoltaicos	F12.1	Volume vendido no ano	MW	↑
		F12.2	Taxa de conversão de orçamentos em vendas	$\frac{V_i}{O_i}$ V _i : número de vendas O _i : número de orçamentos	↑
F13	Diversificar as vendas de sistemas fotovoltaicos por classe e tamanho do cliente	F13.1	Potência acumulada em sistemas residenciais instalados	MW	↑
		F13.2	Potência acumulada em sistemas comerciais instalados	MW	↑
		F13.3	Potência acumulada em sistemas industriais instalados	MW	↑
		F13.4	Potência acumulada em sistemas rurais instalados	MW	↑
		F13.5	Potência acumulada em sistemas públicos / outros sistemas instalados	MW	↑
		F13.6	Taxa de crescimento das vendas de sistemas residenciais por trimestre	%	↑
		F13.7	Taxa de crescimento das vendas de sistemas comerciais por trimestre	%	↑
		F13.8	Taxa de crescimento das vendas de sistemas industriais por trimestre	%	↑
		F13.9	Taxa de crescimento das vendas de sistemas rurais por trimestre	%	↑
		F13.10	Taxa de crescimento de vendas de sistemas públicos / outros por trimestre	%	↑
F21	Aumentar as vendas de serviços de O&M	F21.1	Número cumulativo de vendas de serviços de O&M	Número	↑
		F21.2	Taxa de crescimento das vendas de serviços de O&M por trimestre	%	↑
F22	Aumentar as vendas de Projetos	F22.1	Número cumulativo de vendas de projetos	Número	↑
		F22.2	Taxa de crescimento das vendas de projetos por trimestre	%	↑

4.3 APLICAÇÃO CVR

A RSL permitiu o desenvolvimento de 38 objetivos estratégicos. Considerando que o número de objetivos e KPIs pode ser considerado alto para gerenciamento pelas instaladoras, foi aplicada uma metodologia para seleção dos principais objetivos estratégicos, chamada *Content Validity Ratio* (CVR), definido por Lawshe (1975). Na abordagem proposta por este método, deve-se questionar a um grupo de especialistas, neste caso, os gestores de empresas instaladoras, se o objetivo estratégico é “Essencial”, “Importante, mas não essencial” ou “Não é importante” para a competitividade de sua empresa. Então, calcula-se o CVR para cada objetivo estratégico, por meio da Equação 1.

$$CVR = \frac{\left(n - \frac{N}{2}\right)}{\frac{N}{2}} \quad (1)$$

Onde:

N é o total de especialistas participantes da pesquisa; e

n é o total de especialistas que responderam “Essencial” ao item

O questionário de coleta de dados para o cálculo do CVR pode ser visualizado no **APÊNDICE B**. Ao observar a Equação 1, percebe-se que: quando menos da metade dos especialistas disserem que o item é essencial, o CVR é negativo; quando exatamente a metade dos especialistas disserem que o item é essencial, o CVR é zero; quando todos os especialistas disserem que o item é essencial, o CVR é um; e quando mais da metade dos especialistas disserem que o item é essencial, o CVR fica entre zero e um (LAWSHE, 1975).

De acordo com o número de especialistas que avaliaram cada critério, um CVR mínimo tabelado é usado para comparar ao calculado e julgar se o item é mantido ou não. Alguns autores apontam deficiências no CVR mínimo calculado pelo Lawshe (1975), devido a uma descontinuidade da tabela de *Lowell Schipper* (AYRE; SCALLY, 2014; BAGHESTANI et al., 2019; FREITAS et al., 2015; WILSON; PAN; SCHUMSKY, 2012). Então, para este estudo utilizou-se a tabela publicada por Freitas et al. (2015) baseada no Wilson et al. (2012). Foram obtidas 51 respostas de gestores de instaladoras ($N = 51$) para cada um dos objetivos estratégicos, o que significa que o CVR mínimo para manter o objetivo é de 0,274.

4.3.1 Perfil das empresas

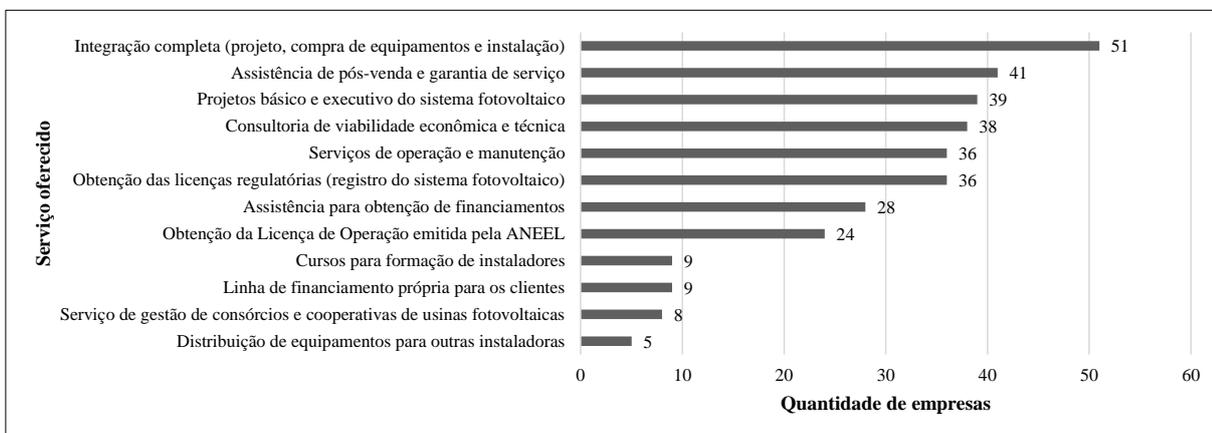
Analisar o perfil das empresas participantes do estudo é importante para garantir a representatividade dos modelos de negócios identificados no Capítulo 2. Os respondentes são gestores das empresas instaladoras. Os seguintes cargos foram mencionados: 18 sócios proprietários; 14 diretores; 5 CEOs; e 14 gerentes de planejamento, projetos ou engenharia. Os gestores atuam no setor de energia elétrica em média a 8 anos, mais especificamente: 3 gestores atuam a menos de 2 anos, 18 atuam a 3 e 5 anos; 21 entre 6 e 9 anos; 5 entre 10 e 20 anos e 4 gestores atuam no setor a mais de 20 anos. Quanto a sua formação acadêmica, 35 são engenheiros, 9 são técnicos, 4 são administradores, 2 são cientistas da computação e 1 é bacharel em direito.

Das 51 empresas participantes do estudo, 35 trabalham exclusivamente com a venda e instalação de sistemas FV. As 16 empresas restantes diversificam seu modelo de negócios com serviços como: instalações elétricas em geral (4 empresas); sistemas de aquecimento de água solar (3 empresas); geração, transmissão e distribuição de energia elétrica (2 empresas); automação (2 empresas); produção de estruturas metálicas (2 empresas); eficiência energética (2 empresas); construção civil (1 empresa); e telecomunicação (1 empresa). O tempo de atuação das empresas com a tecnologia FV varia de 1 ano a 10 anos. Das 51 empresas, 11 empresas têm entre 1 e 3 anos de experiência; 27 empresas têm entre 4 e 6 anos de experiência; e 13 empresas têm entre 7 e 10 anos de atuação no mercado.

Dentre as empresas participantes deste estudo, 44 possuem apenas uma unidade de localização da empresa, sendo que duas delas são franqueadas de outras empresas. Três das empresas são franqueadoras, possuindo 80, 30 e 10 franquias. Quatro empresas possuem uma matriz e várias filiais, com 26, 20, 17, 6 filiais. As matrizes das empresas localizam-se majoritariamente no sudeste e sul do país, sendo: 16 empresas localizadas no Rio Grande do Sul; 15 localizadas em São Paulo; 5 em Minas Gerais; 5 no Paraná; 4 no Rio de Janeiro; 3 em Santa Catarina; 1 empresa em Mato Grosso; 1 empresa em Tocantins; e 1 empresa no Distrito Federal. Quando questionada sobre quais Estados brasileiros a empresa já instalou algum sistema FV, 15 empresas efetuaram vendas apenas para no seu Estado de localização; 13 empresas efetuaram vendas para o Estado de atuação e mais um Estado vizinho; 16 empresas venderam para 3 a 5 Estados; 5 empresas efetuaram vendas entre 6 e 11 Estados Brasileiros; e duas empresas venderam para 18 e 24 Estados brasileiros. Todos os Estados foram mencionados pelo menos duas vezes, com exceção de Rondônia, que não foi mencionado.

Os serviços oferecidos pelas empresas podem ser visualizados na Figura 5. Todas oferecem a integração completa do sistema FV (projeto, compra de equipamentos e instalação). Este é o principal serviço/produto deste setor, e os objetivos estratégicos estão alinhados a ele. Se alguma empresa não oferecesse o serviço de integração completa, deveria ser excluída da análise, mas essa ação não foi necessária. Destaca-se o serviço de gestão de consórcios e cooperativas de usinas FV, que é oferecido por apenas 9 empresas do setor, mesmo sendo uma modalidade crescente no Brasil. Dois serviços são oferecidos para as próprias concorrentes, como cursos para formação de instaladores e distribuição de equipamentos.

Figura 5 – Serviços oferecidos pelas empresas participantes do estudo

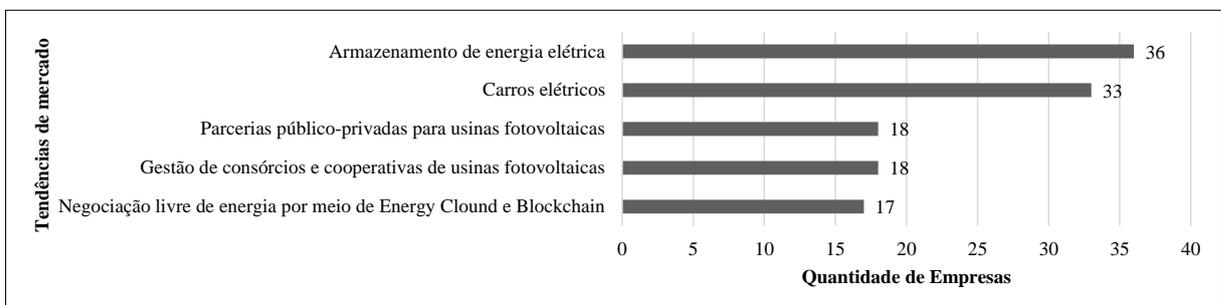


Em relação ao volume de potência acumulada já instalados: nove afirmam ter instalado entre 50kWp e 1MWp; 19 empresas instalaram entre 1MWp e 3MWp; 10 empresas entre 3MWp e 10MWp; 10 empresas entre 10MWp e 50MWp; e duas empresas instalaram 100MWp e 375MWp de potência em sistemas FV. Existe uma relação entre o volume de potência acumulada instalados e o número total de funcionários que estas empregam. A empresa com maior volume instalado possui 140 funcionários. A média é de 20 funcionários por empresa.

Por fim, as empresas apontaram quais as tendências de mercado que pretendem seguir, sendo que as cinco opções dispostas na Figura 6 foram apresentadas para seleção, além de uma caixa aberta. O objetivo era identificar se as empresas possuem interesses em novos negócios. Todas as empresas apontaram ao menos uma tendência. As mais mencionadas são o mercado de armazenamento de energia elétrica e o mercado associado aos carros elétricos, como postos de abastecimento. Ambas tendências são observadas nos materiais de *marketing* de diversas empresas do setor.

As parcerias público-privadas para usinas FV ainda não foram muito abordadas pelo poder público brasileiro. Prefeituras ou demais unidades públicas podem lançar editais dessas parcerias com o intuito de comprar energia elétrica mais barata, como por exemplo, de usinas FV instaladas por outras empresas. A negociação livre de energia elétrica, que poderá ser viabilizada pela tecnologia de *Energy Cloud* e *Blockchain*, ainda parece estar distante da realidade. Contudo, 17 empresas apontaram ter interesse em atuar nesse segmento. Apenas duas empresas especificaram duas tendências que pretendem seguir: mercado de carbono e assistência ao produto.

Figura 6 – Tendências de mercado que as empresas pretendem seguir



Por meio da análise das características gerais das empresas participantes deste estudo é possível afirmar que elas representam a maioria das empresas do setor. Ou seja, uma grande maioria são micro empresas que atuam apenas na sua região, e uma pequena parte das empresas possuem filiais ou são franqueadoras de sua marca e expertise, atingindo maiores números de potência instalada no mercado. Todas oferecem o mesmo serviço: integração completa de sistemas FV.

4.3.2 CVR para cada objetivo estratégico

Foram obtidas 51 respostas de gestores de instaladoras ($N = 51$) para cada um dos objetivos estratégicos, o que significa que o CVR mínimo para manter o objetivo é de 0,274, ou seja, mais que 33 respondentes precisam afirmar que o objetivo é essencial para que ele não seja excluído. A Tabela 1 apresenta o cálculo do CVR para cada objetivo estratégico da perspectiva Aprendizagem e Crescimento do BSC. Dos 10 objetivos estratégicos, apenas três mantiveram-se como essenciais na visão dos gestores.

Tabela 1 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Aprendizagem e Crescimento

	Objetivo Estratégico	Respostas “Essencial”	CVR calculado	Julgamento
L11	Ser reconhecida como uma empresa experiente em instalação de sistemas fotovoltaicos	43	0,686	Manter
L12	Realizar investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento, seja dentro da empresa ou por meio de parcerias com universidades e institutos de pesquisa	6	-0,765	Excluir
L13	Manter ou obter certificações que envolvem a atividade de instalação de sistemas elétricos	29	0,137	Excluir
L14	Manter-se informado e atualizado sobre os subsídios e linhas de crédito	36	0,412	Manter
L15	Participar de Associações ligadas ao setor	12	-0,529	Excluir
L21	Expandir a área geográfica operacional da empresa	20	-0,216	Excluir
L22	Expandir o tamanho da empresa, como número de postos de trabalho, capacidade de estoque e aquisição de ferramentas e veículos	27	0,059	Excluir
L31	Aumentar o número de equipes disponíveis para realizar trabalhos qualificados na empresa	31	0,216	Excluir
L32	Reduzir a frequência das mudanças de pessoas chave	31	0,216	Excluir
L33	Desenvolver treinamentos periódicos com as equipes de projetos, instalação e vendas	41	0,608	Manter

Os dois objetivos menos essenciais são: realizar investimentos em P&D e participar de associações de empresas (L12 e L15). Ambos eram alocados na dimensão Capital Organizacional. A dimensão Infraestrutura, que continha os objetivos de expandir a área geográfica e o tamanho da empresa foram excluídos (L21 e L22). Isso indica que a maioria das empresas está focada em suprir a demanda por sistemas na região de atuação atual e realizar a subcontratação de outras empresas para auxiliarem nas demandas extras, como será observado na próxima perspectiva. Dos objetivos pertencentes a dimensão Capital Humano, todos atingiram CVRs positivos, entretanto, os objetivos aumentar o número de equipes e reduzir a frequência de pessoas chave não atingiram o CVR mínimo e foram excluídos (L31 e L32).

Sequencialmente, a Tabela 2 apresenta o cálculo do CVR para cada objetivo estratégico da perspectiva Processos Internos do BSC. Dos 13 objetivos estratégicos, oito mantiveram-se como essenciais na visão dos gestores. Todos os objetivos que envolvem qualidade e agilidade no projeto, compras e instalação foram considerados essenciais. Devido a dependência destas empresas de suas fornecedoras de equipamentos, todos os objetivos recomendados para a dimensão Gestão de Compras foram mantidos (I31, I 32 e I33). Na dimensão Projetos, o objetivo de desenvolver projetos detalhados que sejam facilmente compreendidos pelos

clientes, ainda que tenha sido considerado essencial por 30 gestores, não atingiu o CVR mínimo e foi excluído.

Tabela 2 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Processos Internos

	Objetivo Estratégico	Respostas “Essencial”	CVR calculado	Julgamento
I11	Garantir que o sistema é uma solução adequada para o cliente, realizando cálculos avançados com a avaliação personalizada para cada cliente	45	0,765	Manter
I12	Realizar avaliações qualificadas da estrutura que receberá o sistema, com o envio de profissionais qualificados para avaliação dos telhados ou terrenos	45	0,765	Manter
I13	Desenvolver projetos detalhados que sejam facilmente compreendidos pelos clientes	30	0,176	Excluir
I14	Tornar o processo de desenvolvimento do projeto mais rápido	35	0,373	Manter
I15	Obter as licenças regulatórias de operação dos sistemas fotovoltaicos em um curto espaço de tempo	30	0,176	Excluir
I21	Aprimorar a eficiência do processo de instalação, como a quantidade de pessoas, recursos e tempo envolvidos	44	0,725	Manter
I22	Garantir a qualidade das empresas subcontratadas	42	0,647	Manter
I31	Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia	34	0,333	Manter
I32	Melhorar continuamente o processo de seleção de fornecedores e proteger o fornecedor fiel	34	0,333	Manter
I33	Melhorar continuamente o processo de selecionar a logística da entrega dos sistemas, considerando o preço, o tempo de entrega e a confiabilidade	36	0,412	Manter
I41	Priorizar os interesses de todas as partes: clientes, vizinhos, município, fornecedores	21	-0,176	Excluir
I42	Transformar os vizinhos dos clientes em clientes	28	0,098	Excluir
I43	Promover a colaboração (<i>benchmarking</i>) com outras empresas instaladoras	19	-0,255	Excluir

Na dimensão Gestão de *Stakeholders*, todos os objetivos foram excluídos, sendo que atingiram os mais baixos valores de CVR quando comparados aos demais objetivos da perspectiva de processos internos. A colaboração (*benchmarking*) entre as empresas do setor não foi considerada essencial (I43). Isso pode indicar que a competição entre as empresas se sobressai à colaboração. As empresas oferecem o mesmo serviço e competem intensamente entre si, independentemente de seu tamanho ou experiência.

A Tabela 3 exibe o cálculo do CVR para cada objetivo estratégico da perspectiva Clientes do BSC. Dos 10 objetivos estratégicos, seis mantiveram-se como essenciais. O objetivo “ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável” recebeu o único

consenso, em que os 51 gestores afirmaram ser essencial (C11). Junto ao objetivo de aumentar a visibilidade da empresa (C12), formam a dimensão Imagem. Os dois objetivos que compõem a dimensão Opções de Pagamento foram excluídos (C21 e C22). Isso indica que a atual presença de linhas de financiamento exclusivas para sistemas FV ofertadas pelos bancos faz com que essas empresas não se preocupem com a oferta de opções de pagamento ao investidor.

Tabela 3 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Clientes

	Objetivo Estratégico	Respostas “Essencial”	CVR calculado	Julgamento
C11	Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável	51	1,000	Manter
C12	Aumentar a visibilidade da empresa e o conhecimento popular de energia fotovoltaica	42	0,647	Manter
C21	Ter uma linha de financiamento da própria empresa para oferecer aos clientes	7	-0,725	Excluir
C22	Ter várias opções de pagamento para os clientes	27	0,059	Excluir
C31	Assegurar transparência aos clientes por meio de processo detalhado que ilustre o status efetivo das etapas de instalação do sistema de geração	32	0,255	Excluir
C32	Garantir a qualidade do projeto e instalação aos clientes em contrato	47	0,843	Manter
C33	Manter um bom relacionamento com corretores de sistemas fotovoltaicos, um profissional intermediário que trabalha para o consumidor final	17	-0,333	Excluir
C34	Expandir o relacionamento com o cliente por meio de serviços de operação e manutenção	33	0,294	Manter
C41	Controlar e resolver reclamações de clientes ou falhas de sistemas instalados pela empresa	48	0,882	Manter
C42	Manter um bom relacionamento com o cliente no pós-venda	48	0,882	Manter

Dos quatro objetivos relacionados a dimensão Relacionamento, dois foram excluídos. O objetivo associado a transparência e detalhamento do processo para com o cliente (C31) foi considerado essencial para 32 gestores, mas não obteve o CVR mínimo e foi excluído. Nesta dimensão, destaca-se a garantia da qualidade em contrato como essencial para 47 gestores (C32). O objetivo sobre manter um bom relacionamento com corretores obteve baixo valor de CVR (C33). Este profissional ainda é pouco presente no Brasil. Os dois objetivos da dimensão Monitoramento dos clientes, como controle de reclamações e pós-venda obtiveram altos índices de CVR e foram mantidos no modelo.

A Tabela 4 apresenta o cálculo do CVR para cada objetivo estratégico da perspectiva Financeira do BSC. Dos cinco objetivos estratégicos, dois mantiveram-se como essenciais na

visão dos gestores. Da dimensão Venda de Sistemas, apenas o objetivo de elevar o número de vendas é essencial para os gestores (F12). Mesmo sendo um setor de competição acirrada, o objetivo de manter o preço final competitivo não foi considerado essencial pela maioria dos gestores (F11). Na dimensão Venda de Serviços, a venda de serviços de O&M não foi considerado essencial para a empresa. Ou seja, para os gestores, oferecer esse serviço não é uma característica que impacta na competitividade da empresa.

Tabela 4 – CVR dos objetivos estratégicos da perspectiva Financeira

	Objetivo Estratégico	Respostas “Essencial”	CVR calculado	Julgamento
F11	Manter o preço final do sistema fotovoltaico competitivo quando comparado as instaladoras concorrentes	24	-0,059	Excluir
F12	Aumentar as vendas de sistemas fotovoltaicos	39	0,529	Manter
F13	Diversificar as vendas de sistemas fotovoltaicos por classe e tamanho do cliente	27	0,059	Excluir
F21	Aumentar as vendas de serviços de operação e manutenção	20	-0,216	Excluir
F22	Aumentar as vendas de projetos e demais serviços oferecidos pela empresa	33	0,294	Manter

Ao final desta análise de validação dos objetivos estratégicos por meio do método CVR, foram excluídos um total de 19 objetivos estratégicos, precisamente a metade dos 38 objetivos elencados na RSL.

4.3.3 Relatos dos gestores das empresas

Para explorar a opinião dos gestores para além dos objetivos que lhes foi apresentado, uma questão aberta, e de livre adesão, interrogou “Você tem alguma sugestão de objetivo estratégico que seja essencial para o sucesso competitivo de uma empresa instaladora, mas que não foi mencionado nesta pesquisa?”. Treze gestores deixaram seus relatos para esta questão, e podem ser lidos no Quadro 10.

O primeiro relato foi do Gestor 4, proprietário de uma instaladora localizada no Paraná e que atua no mercado há dois anos. Ele evidenciou o desafio de concorrer com empresas maiores e de reconhecimento nacional, principalmente por possuírem estoques de módulos e inversores, o que acarreta em melhores prazos de entrega e preços dos equipamentos. Ele conclui seu relato apontando que a solução para esta situação é uma equipe qualificada de vendedores, e que estes profissionais fazem falta no mercado. O Gestor 18, CEO de uma

empresa localizada no Rio Grande do Sul, com duas filiais, 61 funcionários e que atua há três anos no setor, afirmou a importância do *marketing* digital para a competitividade da empresa. Ainda, explicou que o crescimento da empresa precisa manter o comercial e o operacional nivelados. Ou seja, quando elevar a demanda por sistemas FV por meio da prospecção de clientes, a empresa precisa possuir capacidade para atender tal demanda.

O Gestor 7, sócio de uma empresa localizada no Rio de Janeiro e que atua no mercado há quatro anos, relatou que é fundamental sempre falar a verdade aos clientes no processo de vendas. De modo complementar, o Gestor 19, diretor de uma empresa localizada no Rio Grande do Sul, e que atua no mercado há três anos, afirmou que é importante que a empresa tenha a preocupação em entender a necessidade do cliente, atendendo-o com agilidade e presencialmente. Ou seja, um atendimento personalizado para cada cliente. O Gestor 23, diretor de uma empresa localizada no Rio Grande do Sul, que possui 17 filiais, apontou que seria interessante para a competitividade da empresa uma modalidade de premiação aos clientes que indicam a empresa para novos clientes. Este tipo de promoção é uma prática comum em empresas de outros segmentos, como serviços para internet, academias de esportes e instituições de educação.

Quadro 10 – Relatos dos gestores das empresas

(continua)

Gestor	Relato
Gestor 4	<i>“O principal desafio para as empresas está justamente na concorrência que vem aumentando em todos os lugares, independente da região. O que as empresas menores sofrem é na parte de vendas e principalmente quando está instalada em uma região que apresenta empresas de reconhecimento nacional e que por possuírem uma grande margem de estoque de equipamentos fotovoltaicos e um volume de vendas maiores “engolem” as empresas menores na competitividade dos valores ofertados nos orçamentos. Uma dica para que uma empresa possua um crescimento significativo e consiga se manter é necessária uma equipe de vendedores muito boa, que tragam leads qualificados, e esse é o principal problema que sofremos hoje é a falta de vendedores no mercado”.</i>
Gestor 7	<i>“Falar sempre a verdade para o cliente, é fundamental nas vendas”.</i>
Gestor 10	<i>“Está perfeito”</i>
Gestor 18	<i>“Marketing digital. Crescimento comercial e operacional nivelados”</i>
Gestor 19	<i>“Entender a necessidade do cliente e prestar um atendimento ágil, presencial e resolutivo”</i>
Gestor 23	<i>“Criar uma maneira de indicação do cliente atual para novos clientes através de ‘premiação’”.</i>
Gestor 35	<i>“Manter pessoal (colaboradores) qualificados e bem treinados quanto as normas de segurança, principalmente as NR 10 e 35”.</i>
Gestor 36	<i>“Seria interessante trabalhar a forma de entrada dessa empresa nesse mercado, pois dependendo do porte que ele for classificado, e do regime de</i>

Quadro 10 – Relatos dos gestores das empresas

(conclusão)

Gestor	Relato
	<i>tributação for enquadrado, pode ocorrer de acontecer escolhas equivocadas, fazendo com que reduza a sua competitividade, mesmo tendo o melhor vendedor, o melhor pós venda, e as melhores práticas de instalação!”</i>
Gestor 39	<i>“Não. Nenhuma. Pesquisa didática e dinâmica!”</i>
Gestor 40	<i>“Criar rede de franquias”</i>
Gestor 45	<i>“Abertura de linha de crédito a taxas populares, juros os quais não pesam no bolso. Incentivo fiscal e governamental. Fim da taxaço imposta para o próximo ano”</i>
Gestor 46	<i>“O ideal hoje em dia é você ter algum diferencial dos concorrentes, pela grande concorrência do setor. Nós trabalhamos com estruturas metálicas também, com isso cliente final pode fazer toda sua cobertura metálica com a gente, projetada e executada pela gente, depois projeto e execução do sistema fotovoltaico.”</i>
Gestor 51	<i>“Normas regulatórias mais rígidas e uma fiscalização mais eficiente. Isso poderia barrar aventureiros do setor que fazem serviços fora das normas e acabam gerando problemas ou baixa eficiência que pode gerar uma fama negativa e injusta ao setor e as empresas que trabalham com profissionalismo e seriedade.”</i>

O Gestor 36, sócio de uma empresa localizada em Roraima, franqueada de uma empresa de São Paulo, recomendou o assessoramento jurídico para abertura e enquadramento fiscal da empresa no momento de criação do CNPJ. Ele afirma que o enquadramento fiscal equivocado prejudica sua competitividade, mesmo que seu comercial tenha sucesso nas vendas e seu operacional tenha qualidade. O Gestor 46, proprietário de uma empresa localizada no Rio Grande do Sul, que atua no mercado há dois anos, afirmou que as empresas precisam buscar um diferencial competitivo. No seu caso, a empresa atua também com a fabricação das estruturas metálicas necessárias para fixação das usinas. Esta é uma forma dele incorporar um processo em sua empresa e reduzir uma necessidade de fornecedor. Mas é importante ressaltar que a empresa precisa ter *know-how* e infraestrutura para este tipo de fabricação.

O Gestor 35, proprietário de uma empresa localizada em São Paulo, e que atua no mercado há sete anos, evidenciou a importância da capacitação técnica da equipe quanto as normas regulamentadoras de segurança no trabalho, mais especificamente a NR 10 sobre segurança em instalações e serviços em eletricidade e NR 35 sobre trabalho em altura. É uma obrigação que os instaladores de sistemas FV sejam capacitados com essas duas normas. O Gestor 51, gerente de engenharia de uma empresa localizada em São Paulo, e que atua no setor há cinco anos, relatou sobre a necessidade de existir normas regulamentadoras para empresas deste segmento e fiscalização mais eficiente para as normas regulamentadoras já existentes. O que ele discute é que existem aventureiros sem qualificação e responsabilidade atuando no

setor, o que acarreta em instalações inseguras e ineficientes, prejudicando a notoriedade da tecnologia fotovoltaica.

Como não houveram relatos que repetissem algum fator não atendido pelos objetivos apresentados no BSC, não foi necessário inserir novos objetivos, finalizando esta análise com os 19 objetivos considerados essenciais. A seguir, o método DEMATEL será aplicado para alcançar as relações de causa e efeito entre os objetivos no modelo BSC.

4.4 APLICAÇÃO DEMATEL

Somente o modelo BSC pode ser insuficiente em capturar as causalidades interdependentes entre os objetivos estratégicos (WANG; CHUANG, 2016). Para isso, métodos de MCDA costumam ser incorporados ao modelo para suprir essa necessidade. Esses métodos se baseiam na opinião de especialistas e são empregados para derivar os pesos dos motivadores e as causalidades entre os fatores e os resultados, eles podem associar-se à técnica *Fuzzy* ou não, e alguns deles são: *Analytic Hierarchy Process* (AHP); *Analytic Network Process* (ANP); *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART); *Technique for Order of Preference for Similarity Ideal Solution* (TOPSIS); *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE); *Elimination EtChoix Traduisant la REalite'* (ELECTRE); *Vise Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje* (VIKOR); e *Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL) (JAHAN et al., 2012; RIGO et al., 2020b; WANG et al., 2009).

Na literatura atual, é possível encontrar modelos usando a combinação BSC-MCDA em áreas distintas do conhecimento. Por exemplo: BSC associado a AHP, ANP, DEMATEL, DEA, TOPSIS ou VIKOR na área de gestão de processos industriais (AYDIN et al., 2021; MANUPATI et al., 2021; QUEZADA et al., 2021; YÜKSEL et al., 2021); BSC associado a ANP, DEMATEL, TOPSIS ou VIKOR na área da ciência da computação (ACUÑA-CARVAJAL et al., 2019; DINÇER; YÜKSEL, 2019; KARABECE; GÜRBÜZ, 2020); BSC associado a AHP ou DEMATEL na área de gestão de energia (ROSA et al., 2021; XIE et al., 2021; YUAN et al., 2020; YÜKSEL et al., 2021).

O elevado número de métodos MCDA que podem ser combinados com o modelo BSC resulta em um impasse com sua seleção e aplicação. Por isso, é importante conhecer o processo matemático que os métodos se baseiam e como a coleta de dados ocorre. Esses métodos podem ser de caráter objetivo, subjetivo ou uma combinação de ambos (JAHAN et al., 2012; SI et al., 2016). Os métodos de natureza subjetiva são os mais utilizados em processo de decisão em

energia renovável (RIGO et al., 2020b; WANG et al., 2009). A subjetividade está na utilização de matrizes pontuadas pela opinião de especialistas (MORALES-TORRES et al., 2016).

Na literatura, o método mais usado é o AHP (RIGO et al., 2020b; WANG et al., 2009). Na AHP, os julgamentos são coletados com especialistas que avaliam a importância relativa dos fatores em uma comparação pareada, julgando-os como igual, marginalmente forte, forte, muito forte e extremamente forte (SAATY, 1987, 2012). Entretanto, para a combinação com o BSC, o método DEMATEL pode ser melhor ajustado. O método DEMATEL foi desenvolvido na década de 70 por Gabus e Fontela e tem conseguido resolver problemas globais complexos em ciência, política e economia, considerando as atitudes de especialistas (FALATOONITOOSI et al., 2013; GABUS; FONTELA, 1972). Este método também avalia os fatores pareados, porém, o especialista afere o nível de influência que um critério tem sobre o outro, julgando-os quanto ao seu grau de influência (SEN et al., 2021).

O DEMATEL é usado para construir relações entre fatores (objetivos estratégicos do BSC) para produzir um mapa de relações de impacto (*Impact-Relation Map* – IRM) (ACUÑA-CARVAJAL et al., 2019; LÓPEZ-OSPINA et al., 2017). O método pode ser dividido em quatro etapas. A primeira etapa consiste na construção da matriz de influência direta dos julgamentos de cada especialista (A). Para cada comparação entre fatores, o especialista tem 5 alternativas de julgamento. Esse julgamento pode ser de sem influência (variável assume valor 0), baixa influência (variável assume valor 1), média influência (variável assume valor 2), alta influência (variável assume valor 3), ou muito alta influência (variável assume valor 4) (FALATOONITOOSI et al., 2013; KOCA; EGILMEZ; AKCAKAYA, 2021). Para o sistema com n fatores, um especialista precisa fazer julgamentos para $P_n^2 = n(n - 1)$ vezes. Em posse desses julgamentos, é possível gerar a matriz de influência direta de cada especialista, conforme Equação 2. A segunda etapa consiste em calcular a matriz de influência inicial (X) (Equação 3 e 4), ao passo que a terceira etapa é o cálculo da matriz de influência direta e indireta total (T) (Equação 5 e 6) (DUBEY; TANKSALE, 2021; LÓPEZ-OSPINA et al., 2017).

$$A = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & 0 & \dots & a_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} \end{bmatrix} \begin{matrix} i=1,\dots,n \\ j=1,\dots,n \end{matrix} \quad (2)$$

$$X = s * A \quad (3)$$

$$s = \min \left[\frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right] \quad (4)$$

$$T = X(I - X)^{-1} = [t_{ij}]_{j=1, \dots, n}^{i=1, \dots, n} \quad (5)$$

$$R_i = [\sum_{j=1}^n t_{ij}]_{nx1} \text{ e } C_j = [\sum_{i=1}^n t_{ij}]_{1xn} \quad (6)$$

Onde:

A é a matriz de influência direta

a_{ij} é a influência direta de i no fator $j \forall i, j$

n é o número de fatores

X é a matriz de influência inicial

s é uma constante

T é a matriz total de influência total (direta e indireta)

R_i é a soma das linhas i

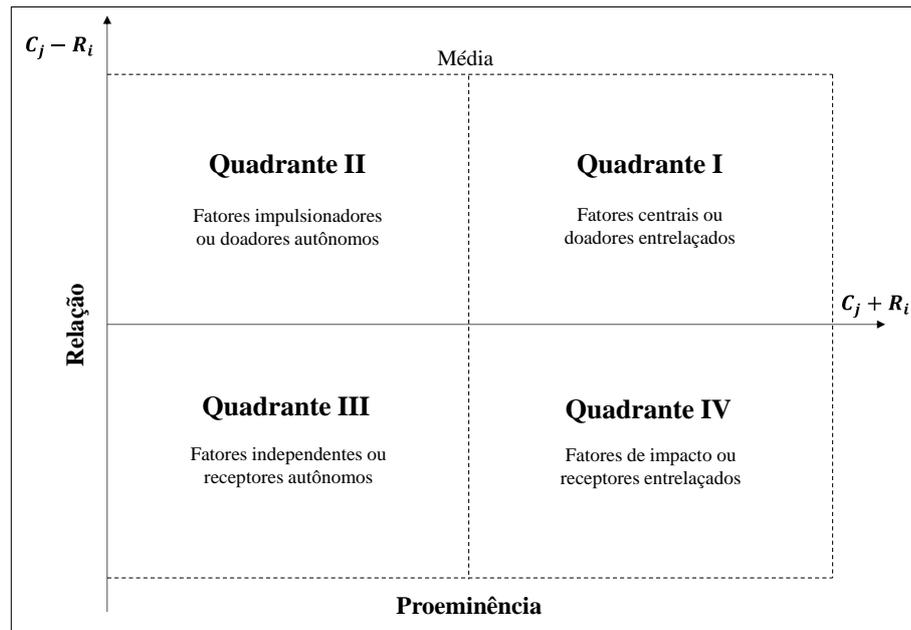
C_j é a soma das colunas j

A quarta etapa consiste na construção do diagrama de relação de causa e efeito, o IRM, que permite a análise visual das relações providas pelos vetores R_i e C_j , conforme Figura 7. O vetor $C_j - R_i$ denomina-se “Relação”. Ilustra o efeito líquido que o fator representa para o sistema. Se $C_j - R_i > 0$, então o fator i tem uma influência líquida sobre os demais fatores é um “fator de causa”, se $C_j - R_i < 0$, então o fator i está sendo influenciado pelos outros fatores como um todo e é um “fator de efeito” (LÓPEZ-OSPINA et al., 2017; WANG et al., 2019). O vetor $C_j + R_i$ denomina-se “Proeminência”. Ilustra a força das influências que são dadas e recebidas do fator. Isto é, representa o grau do papel central que o fator representa no sistema (SI et al., 2018).

A Figura 7 exige um IRM geral, que consiste em um gráfico de dispersão, em que as coordenadas $C_j - R_i$ e $C_j + R_i$ são usadas para plotar cada fator. Os fatores localizados no quadrante I são identificados como fatores centrais ou doadores entrelaçados, pois possuem alta proeminência e relação; os fatores localizados do quadrante II são identificados como fatores impulsionadores ou doadores autônomos por terem baixa proeminência, mas alta relação. Os fatores do quadrante III têm baixa proeminência e relação e são relativamente desconectados do sistema (chamados de fatores independentes ou receptores autônomos); os fatores do

quadrante IV têm alta proeminência, mas baixa relação (chamados de fatores de impacto ou receptores entrelaçados), que são impactados por outros fatores e não podem ser melhorados diretamente (SI et al., 2018). Vale ressaltar que os fatores de causa ficam acima do eixo x e os fatores de efeito abaixo do eixo x.

Figura 7 – *Impact-Relation Map* do DEMATEL



Em situações em que muitos fatores estão sendo avaliados, o IRM fica muito complexo para visualizar as informações valiosas para a tomada de decisão se todas as relações forem representadas. Portanto, um valor limite α é definido em muitos estudos para filtrar efeitos insignificantes (SI et al., 2018). Ou seja, apenas o elemento da matriz T , cujo nível de influência é maior que o valor de α , é selecionado e convertido em um IRM. Se o valor limite for muito baixo, muitos fatores serão incluídos e o IRM será muito complexo para ser compreendido. Em contraste, alguns fatores importantes podem ser excluídos se o valor limite for muito alto (SI et al., 2018). O valor limite α é geralmente determinado por: especialistas através de discussões; resultados da revisão da literatura; a *Maximum Mean De-Entropy*, a média de todos os elementos na matriz T (Equação 7), ou o valor máximo dos elementos diagonais da matriz T (SI et al., 2018).

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [t_{ij}]}{n} \quad (7)$$

Os pesos de importância de todos os fatores identificados são geralmente calculados com base no valor de proeminência ($R_i + C_j$) e pode ser obtido usando o procedimento de normalização da Equação 8 (YAZDI et al., 2020).

$$w_i = \frac{C_j + R_i}{\sum_{i=1}^n (C_j + R_i)} \quad (8)$$

4.4.1 Formulação do DEMATEL combinado ao BSC

O modelo inicia-se com a construção da matriz de influência direta dos julgamentos dos especialistas (A). A matriz precisa conter em suas linhas e colunas as quatro perspectivas do BSC e os 19 objetivos estratégicos que permaneceram no modelo após a aplicação do CVR na Seção 4.3. Geralmente, esses subconjuntos de matrizes são chamados de *clusters de critérios*, mas neste documento continuarão a ser chamados de perspectivas do BSC e seus objetivos estratégicos.

A Figura 8 exibe a matriz de influência direta entre as perspectivas e objetivos. Nesse caso, a matriz é de ordem $n = 19$ ($i, j = \{1, 2, \dots, 19\}$). A diagonal principal da matriz avalia a influência de um objetivo com ele mesmo, por isso, é preenchido com o valor zero. Como o modelo BSC não pula perspectivas, alguns objetivos estratégicos não possuem fronteira de influência. O não relacionamento entre perspectivas corresponde aos quadrantes brancos e preenchidos com o valor zero. A relação de influência entre os objetivos de uma mesma perspectiva corresponde aos quadrantes preenchidos com cores mais claras: amarelo claro para os objetivos da perspectiva Aprendizagem e Crescimento (A_L); azul claro para os objetivos da perspectiva Processos Internos (A_I); vermelho claro para a perspectiva Clientes (A_C); e verde claro para a perspectiva Financeira (A_F).

As relações de influência entre os objetivos de duas perspectivas que possuem fronteira são representadas pelos quadrantes de bordas mais espessas. O quadrante de borda azul da matriz engloba os objetivos da perspectiva Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos (A_{LxI}). O quadrante de borda vermelha da matriz engloba os objetivos da perspectiva Processos Internos e Clientes (A_{IxC}). O quadrante de borda verde da matriz engloba os objetivos da perspectiva Clientes e Financeira (A_{CxF}). Os quadrantes em cinza são avaliados nessas matrizes, pois são de fato a relação de influência entre as perspectivas.

Foram selecionados seis especialistas para julgarem as relações da Figura 8, por meio do questionário do **APÊNDICE B**. Suas expertises relevantes para este tema são: doutorado

em engenharia de produção com foco na avaliação competitiva na cadeia de valor da energia FV; doutorado em engenharia elétrica com foco no desempenho das distribuidoras na gestão da geração distribuída; Administração, mestrado em engenharia de produção, 20 anos de experiência em distribuidora de energia elétrica e proprietário de empresa de consultoria em energia; doutorado em engenharia elétrica com foco em análise financeira de ativos das distribuidoras; mestre em engenharia de produção com foco na avaliação no comportamento do consumidor de energia elétrica na migração para a geração distribuída FV; e doutorado em engenharia de produção com foco nas práticas de gestão de operação e manutenção de usinas FV.

Figura 8 – Matriz de influência direta entre perspectivas e objetivos (A)

Perspectivas e Objetivos estratégicos	Aprendizagem e Crescimento			Processos Internos									Clientes						Financeira	
	L11	L14	L33	I11	I12	I14	I21	I22	I31	I32	I33	C11	C12	C32	C34	C41	C42	F12	F22	
Aprendizagem e Crescimento	L11	0,000	2,500	3,000	1,833	2,167	3,333	3,333	2,667	3,000	3,500	3,167	0	0	0	0	0	0	0	0
	L14	1,500	0,000	1,167	1,000	0,167	1,167	0,833	0,333	1,500	1,333	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0
	L33	3,333	1,333	0,000	3,500	3,333	3,667	3,167	1,667	2,667	2,000	2,167	0	0	0	0	0	0	0	0
Processos Internos	I11	0	0	0	0,000	2,333	2,667	3,833	1,000	2,000	1,500	1,167	3,167	1,667	3,000	1,667	1,667	1,000	0	0
	I12	0	0	0	2,500	0,000	2,833	3,000	1,667	2,000	1,167	0,333	2,667	2,000	3,167	2,000	2,333	1,167	0	0
	I14	0	0	0	1,833	1,833	0,000	2,667	2,000	1,333	2,667	3,167	2,833	2,833	1,167	1,333	2,167	1,333	0	0
	I21	0	0	0	1,333	1,667	3,167	0,000	2,000	2,667	2,500	2,167	4,000	3,167	3,000	2,500	3,500	1,667	0	0
	I22	0	0	0	0,667	1,167	2,000	2,833	0,000	1,000	1,000	1,500	3,333	1,833	3,000	2,333	2,667	1,333	0	0
	I31	0	0	0	2,000	1,667	1,833	2,833	1,167	0,000	3,333	2,500	3,333	2,833	3,167	2,667	2,333	1,833	0	0
	I32	0	0	0	0,667	0,500	2,167	2,667	2,167	2,500	0,000	2,833	3,000	1,333	3,000	2,500	2,667	1,833	0	0
I33	0	0	0	0,333	0,333	2,333	1,667	2,000	1,833	3,167	0,000	2,667	1,500	1,333	0,833	2,333	0,667	0	0	
Clientes	C11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	4,000	1,667	1,500	1,500	1,833	4,000	3,833	
	C12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,167	0,000	1,000	1,000	0,667	1,500	3,667	3,167	
	C32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,833	2,667	0,000	3,333	3,333	3,167	3,167	3,167	
	C34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,167	2,333	2,667	0,000	2,667	3,667	1,833	3,167	
	C41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,833	3,000	2,167	2,667	0,000	3,167	3,000	3,000	
	C42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,667	3,000	1,833	2,333	3,000	0,000	2,667	3,333	
Financeira	F12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	4,000	
	F22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,667	0,000	

Os especialistas julgaram o nível de influência que um objetivo i exerce sobre outro objetivo j e o nível de influência que um objetivo j recebe de outro objetivo i (GABUS; FONTELA, 1972). Após o preenchimento de cada especialista na matriz da Figura 8, foi calculada a média entre seus julgamentos. O próximo passo é a aplicação das Equações 3 a 6 para cada quadrante de relações. Tais equações permitem a obtenção da matriz total de influência direta e indireta (T) e as somas das linhas i (R_i) e das colunas j (C_j) da matriz T , para então, realizar a construção do IRM de cada relação entre perspectivas.

4.4.2 Impact-Relation Map: Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos

A base do BSC é a perspectiva Aprendizagem e Crescimento, que impacta na perspectiva Processos Internos. A Figura 9 apresenta a matriz de influência total entre essas perspectivas (T_{LxI}). O julgamento do DEMATEL de que todos os objetivos estratégicos da perspectiva Aprendizagem e Crescimento são “Causa” é previsto, devido aos zeros que impossibilitam o contrário. Esta é uma premissa da combinação com o BSC. As informações uteis ao modelo não são o julgamento, mas sim as relações de influência consideradas significativas quando comparados ao limiar.

Conforme explanado anteriormente, o limiar pode ser determinado sob diferentes abordagens. Para este caso, o limiar da matriz T_{LxI} foi determinado como a média dos valores do quadrante de relações entre as perspectivas ($\alpha_{LxI} = 0,177$). Todos os valores acima deste limiar estão destacados em amarelo na Figura 9. Apenas estas relações serão incorporadas ao modelo BSC. Com isso, o objetivo L11 “Ser reconhecida como uma empresa experiente em instalação de sistemas fotovoltaicos”, impacta nos objetivos I14, I21, I22, I31, I32 e I33. O objetivo L33 “Desenvolver treinamentos periódicos com as equipes de projetos, instalação e vendas” impacta nos objetivos I11, I12, I14, I21, I31, I32 e I33. Devido ao limiar determinado, nenhuma relação de causa envolvendo o L14 deveria ser selecionado. No entanto, nesta modelagem é importante revisitar o modelo BSC inicial baseado na literatura. Portanto, para este objetivo decidiu-se levar ao BSC as três relações de valores acima de 0,1. Estas serão representados com setas pontilhadas.

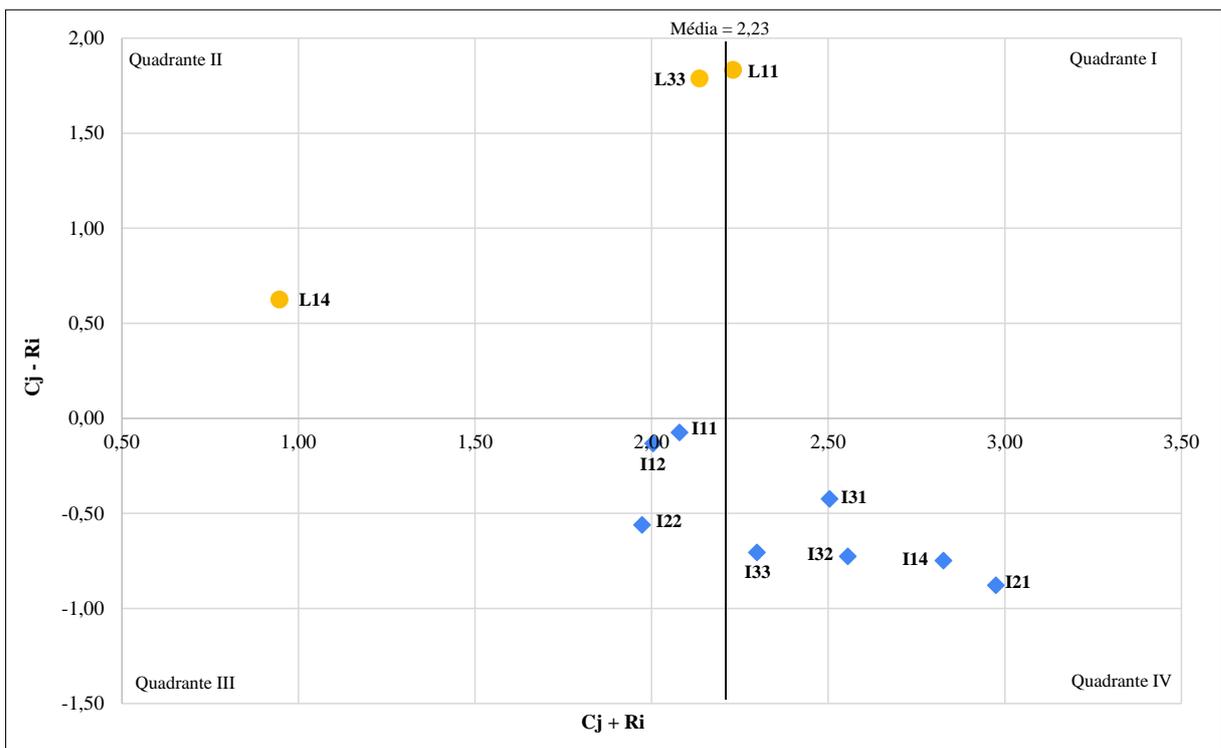
Figura 9 – Matriz T das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos

Objetivos	L11	L14	L33	I11	I12	I14	I21	I22	I31	I32	I33	Cj+Ri	Cj-Ri	Julgamento
L11	0,018	0,094	0,111	0,157	0,167	0,268	0,280	0,203	0,230	0,263	0,241	2,230	1,833	Causa
L14	0,059	0,007	0,047	0,072	0,045	0,102	0,097	0,058	0,103	0,105	0,090	0,946	0,626	Causa
L33	0,122	0,058	0,015	0,210	0,205	0,276	0,274	0,169	0,216	0,212	0,204	2,136	1,788	Causa
I11	0,000	0,000	0,000	0,047	0,124	0,167	0,210	0,093	0,131	0,125	0,107	2,079	-0,074	Efeito
I12	0,000	0,000	0,000	0,126	0,046	0,166	0,180	0,109	0,125	0,108	0,077	2,004	-0,132	Efeito
I14	0,000	0,000	0,000	0,104	0,105	0,082	0,175	0,127	0,111	0,163	0,172	2,826	-0,748	Efeito
I21	0,000	0,000	0,000	0,091	0,102	0,182	0,091	0,127	0,152	0,160	0,144	2,975	-0,877	Efeito
I22	0,000	0,000	0,000	0,054	0,071	0,122	0,152	0,042	0,079	0,087	0,099	1,972	-0,560	Efeito
I31	0,000	0,000	0,000	0,110	0,100	0,143	0,181	0,101	0,068	0,185	0,153	2,504	-0,424	Efeito
I32	0,000	0,000	0,000	0,061	0,058	0,142	0,163	0,125	0,139	0,071	0,157	2,556	-0,726	Efeito
I33	0,000	0,000	0,000	0,045	0,046	0,137	0,123	0,114	0,111	0,162	0,059	2,299	-0,706	Efeito

Observa-se que existem relações significativas entre os fatores de efeito. Ao realizar o cálculo do DEMATEL apenas com a matriz de julgamentos da perspectiva processos internos, alguns fatores comportam-se como causa para efeitos da mesma perspectiva. Na prática, um processo interno impacta em outro. Entretanto, adentrar nesse sistema de causa e efeito entre objetivos da mesma perspectiva acarretaria em mais formulações matemáticas ao sistema, mas com menor benefício para o objetivo final, porque a ponderação oriunda do DEMATEL já faz com que os objetivos com maiores proeminências no sistema tenham maior importância na perspectiva quando comparada aos demais objetivos da mesma perspectiva. Ou seja, esse impacto entre perspectivas está indiretamente sendo considerado na ponderação.

O IRM das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos pode ser visualizado na Figura 10. Os quatro quadrantes foram preenchidos com ao menos um objetivo. O objetivo L11 é classificado como um doador entrelaçado, pois ele possui alta relação e também alta proeminência. Ou seja, ele tem um alto efeito sobre o sistema e a maior importância dentro dos fatores de causas. O L33, por mais que tenha sido classificado no quadrante II, tem representação no sistema semelhante ao L11, com alta relação de causa. O fator L14, é um doador autônomo, ou seja, tem uma baixa importância no sistema, mas uma alta relação com os demais fatores.

Figura 10 – IRM das perspectivas Aprendizagem e Crescimento e Processos Internos



Três objetivos da perspectiva Processos Internos localizam-se no quadrante III, classificados como receptores autônomos, I11, I12 e I22, pertinentes a qualidade dos projetos e das empresas subcontratadas. Os demais cinco objetivos localizam-se no quadrante IV e são classificados como receptores entrelaçados, possuindo alta importância no sistema e sendo os mais impactados pelos demais. Estes objetivos se referem a gestão de compras, eficiência da instalação e serviço de O&M. O objetivo I21 “Aprimorar a eficiência do processo de instalação, como a quantidade de pessoas, recursos e tempo envolvidos” é o receptor de mais alta proeminência e mais baixa relação, sendo o mais sensível aos benefícios dos objetivos da perspectiva Aprendizagem e Crescimento.

Nem sempre as empresas instaladoras focam na eficiência do processo de instalação, pois nesse momento, a venda do sistema já foi realizada ao cliente. Entretanto, este é o processo interno chave para a atividade da empresa. É no ato da instalação que o cliente tem o primeiro contato com a sua compra. Ainda, é na instalação que a empresa precisa garantir a qualidade do seu serviço e funcionamento eficiente do sistema. Quando as instaladoras contratam empresas terceirizadas para realizar a instalação, precisam assegurar que a sua imagem e qualidade serão mantidos por elas. Na próxima subseção é discutido o impacto que este objetivo tem para com os clientes.

4.4.3 *Impact-Relation Map: Processos Internos e Clientes*

A próxima relação do BSC é entre as perspectivas Processos Internos e Clientes. A respectiva matriz de influência total (T_{IXC}) pode ser visualizada na Figura 11 e o IRM na Figura 12. O limiar desta matriz foi determinado como a média dos valores do quadrante de influência entre as perspectivas ($\alpha_{IXC} = 0,112$). Todos os valores acima deste limiar estão destacados em amarelo na Figura 11. Apenas estas relações serão incorporadas ao modelo BSC. Devido ao limiar determinado, nenhuma relação de efeito envolvendo o C42 deveria ser selecionado. No entanto, ao revisar o modelo BSC baseado na literatura, este era um objetivo impactado pelas dimensões instalação e gestão de compras. Logo, decidiu-se levar ao BSC as duas relações de valores acima de 0,1 que estão associadas a essas dimensões. Estas serão representadas com setas pontilhadas no BSC.

Na subseção anterior, foi observado que objetivo I21 “Aprimorar a eficiência do processo de instalação, como a quantidade de pessoas, recursos e tempo envolvidos” era o mais impactado pelas causas. Na relação com os clientes, ele possui a maior proeminência e relevância no sistema, localizado no quadrante I, sendo considerado um objetivo central. É deste

objetivo que se originam os maiores benefícios em todos os objetivos da perspectiva clientes. Então, este objetivo é central como efeito da perspectiva anterior e como causa da próxima perspectiva.

Figura 11 – Matriz *T* das perspectivas Processos Internos e Clientes

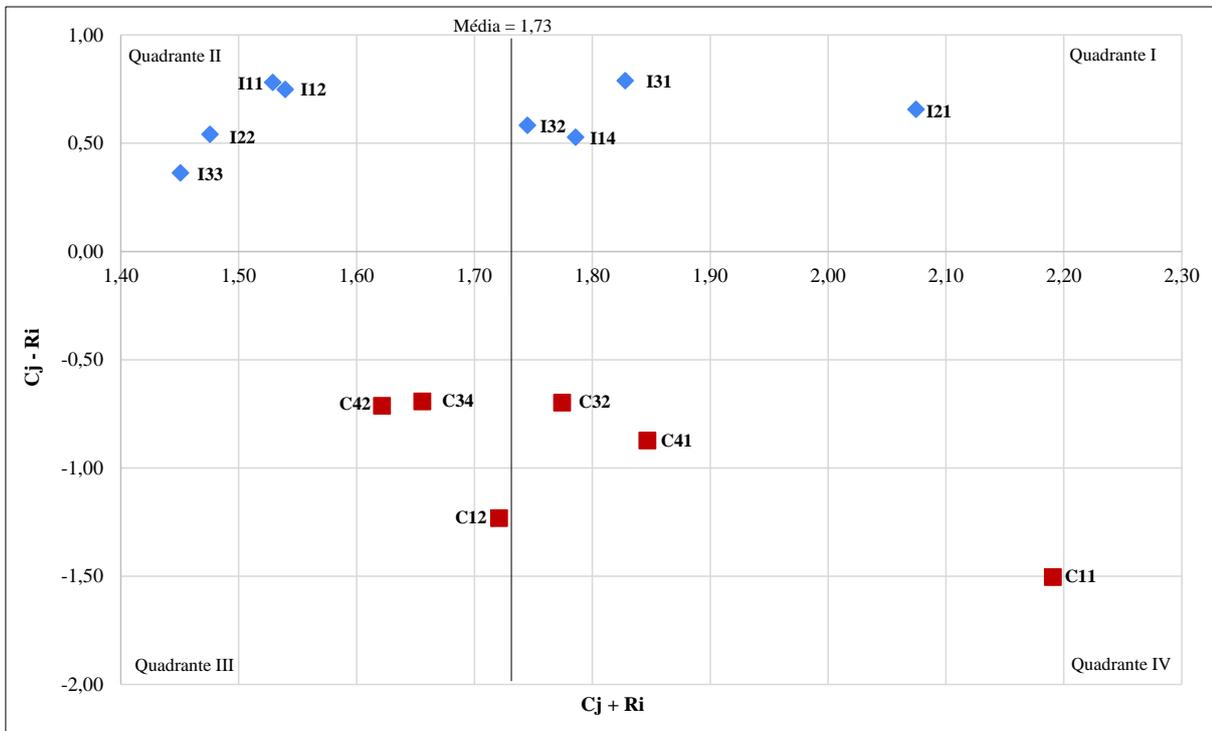
Objetivos	I11	I12	I14	I21	I22	I31	I32	I33	C11	C12	C32	C34	C41	C42	Cj+Ri	Cj-Ri	Julgamento
I11	0,017	0,069	0,087	0,115	0,043	0,067	0,060	0,050	0,153	0,106	0,123	0,091	0,098	0,075	1,529	0,780	Causa
I12	0,071	0,016	0,089	0,096	0,056	0,065	0,050	0,030	0,142	0,113	0,126	0,098	0,111	0,079	1,539	0,748	Causa
I14	0,056	0,056	0,029	0,090	0,066	0,054	0,086	0,094	0,145	0,129	0,083	0,082	0,107	0,080	1,786	0,528	Causa
I21	0,046	0,054	0,098	0,032	0,066	0,082	0,083	0,074	0,185	0,150	0,131	0,118	0,146	0,100	2,075	0,656	Causa
I22	0,026	0,038	0,064	0,084	0,015	0,039	0,041	0,051	0,147	0,102	0,114	0,099	0,111	0,078	1,476	0,541	Causa
I31	0,060	0,053	0,070	0,094	0,048	0,024	0,101	0,080	0,168	0,139	0,133	0,119	0,119	0,101	1,828	0,789	Causa
I32	0,029	0,026	0,073	0,086	0,067	0,076	0,025	0,086	0,151	0,099	0,122	0,110	0,120	0,095	1,745	0,583	Causa
I33	0,019	0,020	0,073	0,061	0,062	0,059	0,091	0,021	0,124	0,087	0,074	0,061	0,098	0,056	1,451	0,363	Causa
C11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,110	0,051	0,049	0,049	0,060	2,191	-1,503	Efeito
C12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	0,017	0,033	0,034	0,027	0,047	1,721	-1,231	Efeito
C32	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,124	0,095	0,023	0,098	0,099	0,100	1,774	-0,698	Efeito
C34	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,106	0,084	0,079	0,023	0,083	0,107	1,656	-0,692	Efeito
C41	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,120	0,099	0,068	0,081	0,023	0,097	1,847	-0,873	Efeito
C42	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,114	0,097	0,060	0,072	0,087	0,025	1,622	-0,712	Efeito

O objetivo C11 “Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável”, localizado bem a direita do quadrante IV do IRM, é o mais impactado pelo sistema. Todos impactam significativamente neste objetivo, mas dois deles são destaques, o I21 discutido anteriormente, e o I31 “Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia”. A tecnologia FV está em constante evolução. Em poucos anos, a eficiência de um módulo FV passou de 12% para 21%, com os módulos PERC e bifaciais. Ainda, outros componentes precisam ser bem selecionados, por exemplo, inversores de qualidade e equipamentos de segurança de anti-ilhamento. Para cada componente, diversas marcas estão disponíveis no mercado. Componentes de qualidade selecionados pelo instalador resultarão em qualidade final da integração deles em um sistema de geração FV.

Outros dois objetivos possuem alta relação no sistema (quadrante II), o I11 “Garantir que o sistema é uma solução adequada para o cliente, realizando cálculos avançados com a avaliação personalizada para cada cliente” e o I12 “Realizar avaliações qualificadas da estrutura que receberá o sistema, com o envio de profissionais qualificados para avaliação dos telhados ou terrenos”. Ambos objetivos estão relacionados a dimensão projetos, ou seja, atividades que, se bem executadas, garantirão um sistema adequado e eficiente para o cliente. O objetivo I12 é crítico para a segurança dos clientes. Um módulo FV pesa entre 15 e 20 kg, e este peso é somado ao peso de uma estrutura metálica de aço e/ou alumínio usados para fixação dos módulos. Cabe

a empresa instaladora, no momento do projeto, verificar se é necessário reforçar o telhado do cliente para receber o sistema.

Figura 12 – IRM das perspectivas Processos Internos e Clientes



Outros dois objetivos possuem alta proeminência no sistema (quadrante IV), sendo altamente impactados pelos demais. Os objetivos C41 “Controlar e resolver reclamações de clientes ou falhas de sistemas instalados pela empresa” e C32 “Garantir a qualidade do projeto e instalação aos clientes em contrato”. Esses objetivos se referem a garantia no ato da venda e seu possível acionamento no pós-venda. Ou seja, a qualidade nos processos internos impacta fortemente nesses objetivos. O objetivo C41 é impactado significativamente pelo desempenho nos objetivos I21, I31 e I32. O objetivo C32 é impactado por seis dos oito objetivos da perspectiva Processos Internos.

O objetivo I33 “Melhorar continuamente o processo de selecionar a logística da entrega dos sistemas, considerando o preço, o tempo de entrega e a confiabilidade” possui a menor proeminência no sistema, sendo um doador autônomo (quadrante II). Ele impacta significativamente apenas no objetivo C11. Este objetivo está relacionado à confiabilidade de entrega do sistema, mas também com o gerenciamento de custos com a logística.

4.4.4 Impact-Relation Map: Clientes e Financeira

A última relação do BSC é entre as perspectivas Clientes e Financeira. A respectiva matriz de influência total (T_{CxL}) pode ser visualizada na Figura 13 e o IRM na Figura 14. O limiar desta matriz foi determinado como a média dos valores do quadrante de influência entre as perspectivas ($\alpha_{CxL} = 0,337$). Todos os valores acima deste limiar estão destacados em amarelo na Figura 13.

Figura 13 – Matriz T das perspectivas Clientes e Financeira

Objetivos	C11	C12	C32	C34	C41	C42	F12	F22	Cj+Ri	Cj-Ri	Julgamento
C11	0,117	0,253	0,128	0,130	0,131	0,157	0,328	0,343	3,119	0,056	Causa
C12	0,203	0,079	0,087	0,092	0,081	0,121	0,275	0,275	2,565	-0,142	Efeito
C32	0,326	0,267	0,104	0,241	0,244	0,260	0,368	0,398	3,054	1,360	Causa
C34	0,286	0,239	0,194	0,105	0,210	0,263	0,294	0,366	2,914	1,001	Causa
C41	0,308	0,263	0,176	0,204	0,106	0,244	0,341	0,368	2,990	1,027	Causa
C42	0,291	0,253	0,158	0,185	0,210	0,117	0,318	0,365	3,057	0,736	Causa
F12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,172	2,250	-1,867	Efeito
F22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,115	0,019	2,440	-2,172	Efeito

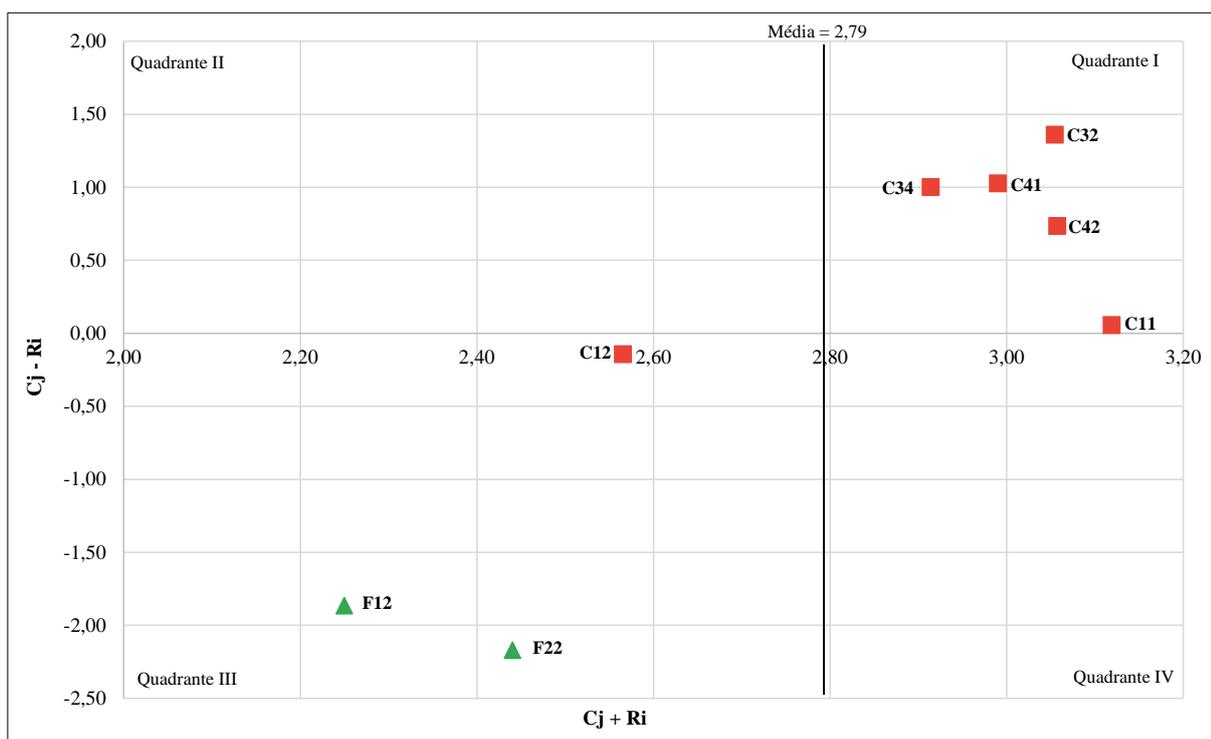
No IRM apenas os quadrantes I e III foram preenchidos, ou seja, os fatores de causa são todos doadores entrelaçados e os fatores de efeito são todos receptores autônomos. Uma exceção ocorreu com o objetivo C12 “Aumentar a visibilidade da empresa e o conhecimento popular de energia fotovoltaica”. Este é um objetivo da perspectiva clientes que não se comporta como causa, mas sim como efeito dos demais objetivos da mesma perspectiva. Ele possui baixa relação no sistema (quadrante III) e é considerado um receptor autônomo, assim como os objetivos da perspectiva Financeira. Isso pode ser considerado uma disparidade entre a modelagem do BSC baseado na literatura e o julgamento dos especialistas. Para a literatura, aumentar a visibilidade da empresa impacta significativamente nas vendas da empresa. Para os especialistas, o comportamento de efeito oriundo dos demais objetivos é mais significativo.

É fato que, se os objetivos de maior proeminência, como C11 “Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável” e C42 “Manter um bom relacionamento com o cliente no pós-venda” obtiverem bons desempenhos, acarretará em visibilidade positiva para a empresa, consolidando mais vendas. Para fazer a escolha mais assertiva para a modelagem, foi necessário revisar os KPIs propostos para o objetivo C12. São: “Investimento médio mensal em categorias de publicidade”, “O número de categorias de publicidade mensais usadas (TV,

rádio, jornais, outdoors, anúncios na internet, outros)”, “Quantidade mensal de clientes que declararam conhecer a empresa por meio de módulos de publicidade”, “Quantidade de plataformas de catálogos de instaladoras que a empresa está inserida e atualizada” e “Quantidade mensal de solicitações de orçamentos”. Estes indicadores estão associados ao investimento em *Marketing* da empresa e os resultados obtidos por tal investimento. Baseado nos KPIs e no impacto que eles têm em vendas de sistemas e projetos, decidiu-se que este será um fator de causa na modelagem. Com isso, o limiar passa a englobar todas as relações e serão incorporadas no BSC. Estas serão representados com setas pontilhadas.

O objetivo C32 “Garantir a qualidade do projeto e instalação aos clientes em contrato” apresenta a maior relação dentre os fatores de causa. Isso significa que dele se originam os maiores benefícios do sistema. Na prática, quando a empresa coloca formas de garantia adequadas e confiáveis no contrato, o cliente sente-se mais seguro em finalizar a compra. Existem prazos de garantia apresentada para os equipamentos e para a instalação, e que podem variar significativamente entre empresas e marcas. O estudo Rigo et al. (2022a) analisou projetos de quatro empresas instaladoras, e as garantias variavam entre: 10 a 25 anos para módulos; 7 e 10 anos para inversores; e 2 a 15 anos para estruturas de fixação. Ou seja, este é um aspecto que o cliente tem a ponderar na escolha entre empresas.

Figura 14 – IRM das perspectivas Clientes e Financeira



4.4.5 Ponderação

A ponderação originária do método DEMATEL é baseada no vetor de proeminência ($C_j + R_i$) e calculada por meio da Equação 8. Para respeitar todos os julgamentos dos especialistas que envolviam cada objetivo estratégico, a ponderação foi realizada com base na matriz total resultante da matriz A da Figura 8. A Equação 8 foi aplicada nos objetivos que envolvem cada perspectiva, sendo que a soma do peso de cada objetivo da mesma perspectiva precisa somar 100%. A Tabela 5 apresenta a ponderação da estrutura do BSC.

Tabela 5 – Ponderação da estrutura do *Balanced Scorecard*

Perspectiva		Objetivo Estratégico	Peso (w_i^0)	Ranking
Aprendizagem e Crescimento (100%)	L11	Ser reconhecida como uma empresa experiente em instalação de sistemas fotovoltaicos	42,46%	1°
	L14	Manter-se informado e atualizado sobre os subsídios e linhas de crédito	17,22%	3°
	L33	Desenvolver treinamentos periódicos com as equipes de projetos, instalação e vendas	40,32%	2°
Processos Internos (100%)	I11	Garantir que o sistema é uma solução adequada para o cliente, realizando cálculos avançados com a avaliação personalizada para cada cliente	11,38%	6°
	I12	Realizar avaliações qualificadas da estrutura que receberá o sistema, com o envio de profissionais qualificados para avaliação dos telhados ou terrenos	11,40%	5°
	I14	Tornar o processo de desenvolvimento do projeto mais rápido	13,38%	3°
	I21	Aprimorar a eficiência do processo de instalação, como a quantidade de pessoas, recursos e tempo envolvidos	15,41%	1°
	I22	Garantir a qualidade das empresas subcontratadas	10,92%	8°
	I31	Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia	13,57%	2°
	I32	Melhorar continuamente o processo de seleção de fornecedores e proteger o fornecedor fiel	13,00%	4°
	I33	Melhorar continuamente o processo de selecionar a logística da entrega dos sistemas, considerando o preço, o tempo de entrega e a confiabilidade	10,93%	7°
Clientes (100%)	C11	Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável	20,23%	1°
	C12	Aumentar a visibilidade da empresa e o conhecimento popular de energia fotovoltaica	15,98%	4°
	C32	Garantir a qualidade do projeto e instalação aos clientes em contrato	16,57%	3°
	C34	Expandir o relacionamento com o cliente por meio de serviços de operação e manutenção	15,20%	5°
	C41	Controlar e resolver reclamações de clientes ou falhas de sistemas instalados pela empresa	17,07%	2°
	C42	Manter um bom relacionamento com o cliente no pós-venda	14,95%	6°
Financeira (100%)	F12	Aumentar as vendas de sistemas fotovoltaicos	47,79%	2°
	F22	Aumentar as vendas de projetos e demais serviços oferecidos pela empresa	52,21%	1°

A ponderação da estrutura do BSC segue a lógica do que foi identificado nos IRMs. Aqueles fatores que possuem as maiores proeminências nas relações de causa e efeito também possuem maiores pesos na estrutura. Esta é uma lógica adequada, uma vez que quanto maior o impacto que um objetivo tem no sistema, mais importante é o seu gerenciamento. Por isso, um *ranking* de prioridades pode ser estabelecido. A empresa pode iniciar seus esforços de melhoria pelas posições mais altas do *ranking*. Sempre priorizando a base do BSC, a perspectiva de aprendizagem e crescimento, e assim por diante.

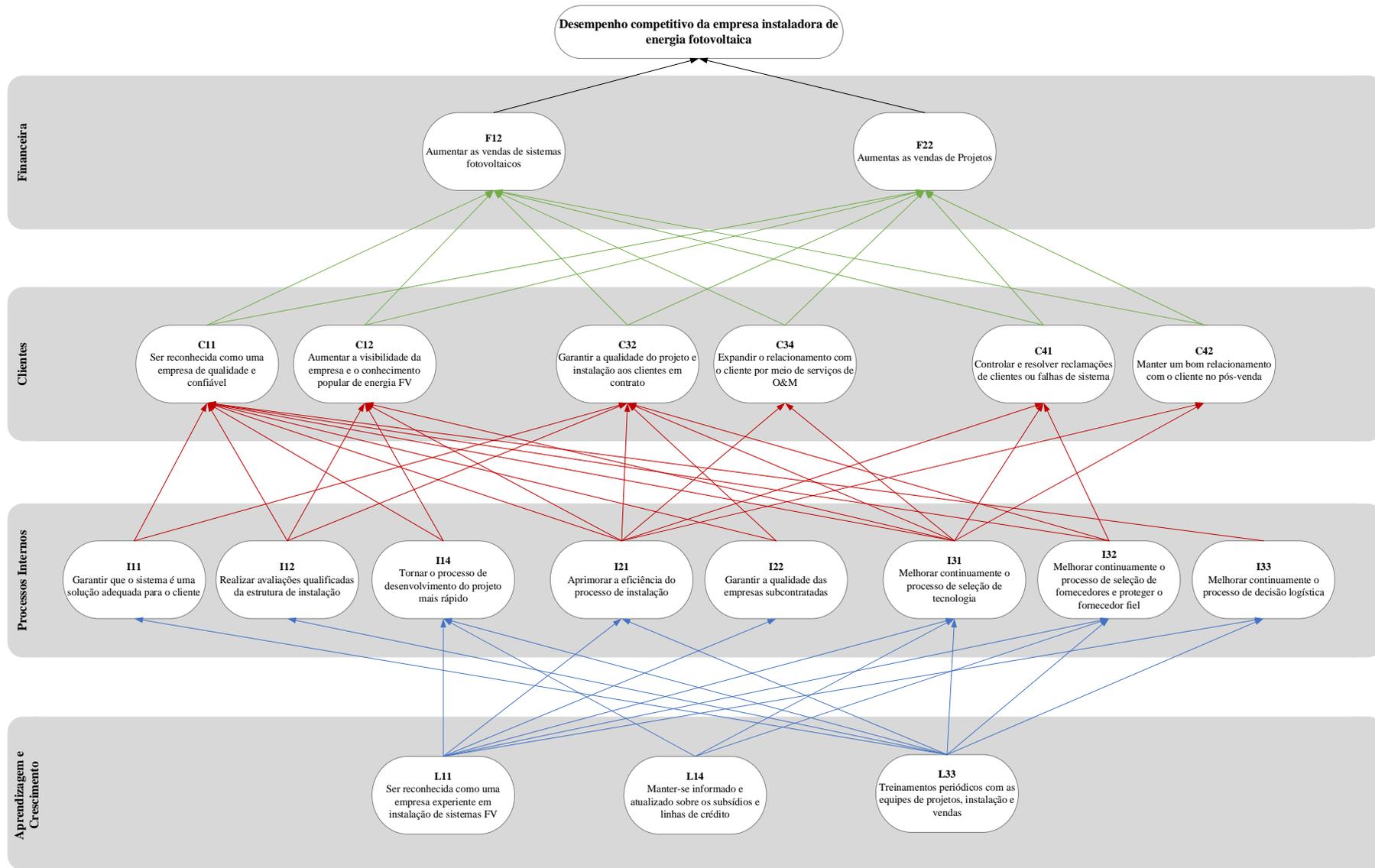
4.5 MODELO BSC FINAL E A MENSURAÇÃO DA COMPETITIVIDADE

O sistema de mensuração de desempenho competitivo para as instaladoras tem início na definição dos objetivos. A aplicação do CVR resultou na redução do número de objetivos estratégicos de um total de 38 para 19. A aplicação do DEMATEL definiu as relações de causa e efeito entre objetivos das perspectivas do BSC e as suas importâncias. Esses dois processos resultaram no modelo final do BSC apresentado na Figura 15. Conforme discutido na seção anterior, as setas contínuas são as relações selecionadas pelo DEMATEL, e as setas pontilhadas são as decisões específicas de inserção do modelo pelo advertido na literatura.

Para mensurar o desempenho de cada objetivo, um ou mais KPIs podem ser utilizados. Revisitando a Seção 4.2, que propõe KPIs para mensurar os 38 objetivos do modelo inicial, foram selecionados os 34 KPIs referentes aos 19 objetivos que permanecem no modelo. A mensuração de cada KPI é o nível de atingimento da **meta** estabelecida para ele, que varia entre 0 e 100%. As **metas** são relacionadas as características de cada empresa. As empresas instaladoras podem ter diferenças em seus tamanhos e propostas de valor (capacidade de atender o mercado), como observado no Capítulo 2, referente aos modelos de negócios das empresas instaladoras, e na Subseção 4.3.1, sobre as características das instaladoras participantes deste estudo. Cabe a equipe de gestão estipular a meta para cada indicador.

No BSC, o ganho de desempenho em um objetivo depende do atingimento dos objetivos de causa. Por exemplo, o objetivo I11 somente atingirá 100% se o objetivo L33 atingir 100%, mesmo que o KPI associado ao I11 tenha atingido a meta. Essa função de agregação do tipo aditiva dos desempenhos será melhor explicada no decorrer desta seção.

Figura 15 – Mapa estratégico para instaladoras



4.5.1 Formulação matemática do sistema de mensuração

O sistema de mensuração de desempenho da competitividade para as instaladoras é composto por quatro perspectivas ($0 = \{L, I, C, F\}$), 19 objetivos estratégicos ($p = 19$ ($i = \{1, 2, \dots, 19\}$)) e 34 KPIs ($q = 34$ ($k = \{1, 2, \dots, 34\}$)). O peso de cada objetivo estratégico i da perspectiva 0 é definido por w_i^0 e foi apresentado na Tabela 5. Quando um objetivo possui mais de um indicador, seu peso é dividido igualmente, resultando no peso do indicador k definido por w_k^0 . No momento em que o KPI k é conferido com a sua meta, a sua mensuração é definida por kpi_k^0 . O desempenho do KPI na sua respectiva perspectiva é então calculado pela Equação 9.

$$d_k^0 = w_k^0 * kpi_k^0 ; (\forall k \in 0 = \{L, I, C, F\}) \quad (9)$$

Onde:

d_k^0 é o desempenho do KPI k da perspectiva 0

w_k^0 é o peso do KPI k da perspectiva 0

kpi_k^0 é a mensuração do KPI k da perspectiva 0

Os desempenhos totais de cada perspectiva são calculados de forma diferente. A perspectiva Aprendizagem e Crescimento é a primeira a ser mensurada (P_L). Como esta é a base do sistema de mensuração, não existem desempenhos de causas a serem considerados. Por isso, o cálculo do seu desempenho total é a simples soma dos desempenhos dos indicadores da perspectiva, conforme Equação 10.

$$P_L = \sum_{k=1}^q d_k^L ; (\forall k \in L) \quad (10)$$

Para o cálculo do desempenho total da próxima perspectiva, Processos Internos (P_I), faz-se necessário relacionar o desempenho de cada objetivo de causa da perspectiva Aprendizagem e Crescimento. Esse processo de causa e efeito entre objetivos resultará no desempenho do KPI k da perspectiva 0 para todo o sistema, definido por D_k^0 . A Tabela 6 da próxima subseção ajuda a identificar os índices k de cada KPI e os objetivos de causa.

Por exemplo, o objetivo I21 tem como causa os objetivos L11 e L33. Logo, os desempenhos d_1^L e d_3^L precisam ser trazidos para o cálculo do D_8^I e D_9^I , que são os dois indicadores que mensuram o objetivo I21. As Equações 11 e 12 demonstram como esse cálculo decorre.

$$D_8^I = \left[w_8^I * kpi_8^I * \left(\frac{d_1^L}{w_1^L + w_3^L} \right) \right] + \left[w_8^I * kpi_8^I * \left(\frac{d_2^L}{w_1^L + w_3^L} \right) \right] \quad (11)$$

$$D_9^I = \left[w_9^I * kpi_9^I * \left(\frac{d_1^L}{w_1^L + w_3^L} \right) \right] + \left[w_9^I * kpi_9^I * \left(\frac{d_2^L}{w_1^L + w_3^L} \right) \right] \quad (12)$$

Após o cálculo do desempenho que cada KPI k da perspectiva Processos Internos atinge para todo o sistema, o desempenho total da perspectiva é resultado da soma de todos os D_k^I , conforme a Equação 13.

$$P_I = \sum_{k=1}^q D_k^I ; (\forall k \in I) \quad (13)$$

Para o cálculo do desempenho total da próxima perspectiva, Clientes (P_C), faz-se necessário relacionar o desempenho de cada objetivo de causa da perspectiva Processos Internos. Por exemplo, o objetivo C42 tem como causa os objetivos I21 e I31, então os desempenhos D_8^I , D_9^I , D_{11}^I e D_{12}^I precisam ser trazidos para o cálculo do D_{29}^C e D_{30}^C que são os dois KPIs que mensuram o objetivo C42. As Equações 14 e 15 demonstram como esse cálculo decorre.

$$D_{29}^C = \left[w_{29}^C * kpi_{29}^C * \left(\frac{D_8^I + D_9^I}{w_8^I + w_9^I + w_{11}^I + w_{12}^I} \right) \right] + \left[w_{29}^C * kpi_{29}^C * \left(\frac{D_{11}^I + D_{12}^I}{w_8^I + w_9^I + w_{11}^I + w_{12}^I} \right) \right] \quad (14)$$

$$D_{30}^C = \left[w_{30}^C * kpi_{30}^C * \left(\frac{D_8^I + D_9^I}{w_8^I + w_9^I + w_{11}^I + w_{12}^I} \right) \right] + \left[w_{30}^C * kpi_{30}^C * \left(\frac{D_{11}^I + D_{12}^I}{w_8^I + w_9^I + w_{11}^I + w_{12}^I} \right) \right] \quad (15)$$

Após o cálculo do desempenho que cada KPI k da perspectiva Clientes atinge para todo o sistema, o desempenho total da perspectiva é resultado da soma de todos os D_k^I ($\forall k \in C$). A mesma lógica é empregada para a perspectiva Financeira. Por fim, para a mensuração da competitividade de uma empresa instaladora, faz-se a média entre as quatro perspectivas (Equação 16). A medida de centralidade vai ao encontro das diretrizes de equilíbrio entre perspectivas propostas pelo modelo BSC.

$$Ic (\%) = \frac{P_L + P_I + P_C + P_F}{4} \quad (16)$$

O valor resultante da Equação 16 é o objetivo final do sistema de mensuração de desempenho da competitividade da instaladora. Cada instaladora alcança um índice de 0 a 1 que corresponde ao nível de competitividade relacionado as suas próprias metas estratégicas. O **APÊNDICE C** apresenta a planilha em que este sistema está implementado.

4.5.2 Simulações de mensuração da competitividade

As formulações matemáticas de agregação do tipo aditiva da subseção anterior expõem a dependência que cada objetivo de causa da perspectiva anterior tem com os objetivos da próxima perspectiva. Ou seja, 100% das metas dos objetivos de causa precisam ser atingido para que o desempenho total da próxima perspectiva seja alcançado. Por isso, o gerenciamento estratégico de uma empresa que se baseia no BSC passa a focar nas principais causas.

Suponha que a empresa possua a meta de ter 100% de suas equipes de projetos, instalação e vendas treinados com ao menos um curso no ano (Objetivo estratégico L33), mas apenas metade realizou tais treinamentos. Logo, o atingimento do kpi_3^I é de apenas 50% da meta. A Tabela 6 apresenta os resultados do sistema de mensuração da competitividade para essa situação. O primeiro impacto no desempenho é observado já na primeira perspectiva, em que apenas 79,8% é atingido. A partir disso, na perspectiva Processos Internos, todos os objetivos de efeito do L33 sofrem impacto no desempenho, sendo permitido o atingimento de 100% apenas do D_{10}^I (objetivo I22, sobre a qualidade das empresas subcontratadas), porque não tem relação de efeito com o L33. Ao final, o Ic total é de 76,2%. Cabe a gestão da empresa julgar se este é um desempenho satisfatório ou não.

Tabela 6 – Índice de competitividade para o atingimento de 50% no kpi_3^L

Objetivo	w_i^0	Objetivos de causa	KPI	k	w_k^0	kpi_k^0	d_k^0	D_k^0	P_0
L11	42,5%	-	L11.1	1	42,5%	100%	42,5%	42,5%	79,8%
L14	17,2%	-	L14.1	2	17,2%	100%	17,2%	17,2%	
L33	40,3%	-	L33.1	3	40,3%	50%	20,2%	20,2%	
I11	11,4%	L33	I11.1	4	5,7%	100%	5,7%	2,8%	74,1%
		L33	I11.2	5	5,7%	100%	5,7%	2,8%	
I12	11,4%	L33	I12.1	6	11,4%	100%	11,4%	5,7%	
I14	13,4%	L11, L14, L33	I14.1	7	13,4%	100%	13,4%	10,7%	
I21	15,4%	L11, L33	I21.1	8	7,7%	100%	7,7%	5,8%	
			I21.2	9	7,7%	100%	7,7%	5,8%	
I22	10,9%	L11	I22.1	10	10,9%	100%	10,9%	10,9%	
I31	13,6%	L11, L14, L33	I31.1	11	6,8%	100%	6,8%	5,4%	
			I31.2	12	6,8%	100%	6,8%	5,4%	
I32	13,0%	L11, L14, L33	I32.1	13	6,5%	100%	6,5%	5,2%	
			I32.2	14	6,5%	100%	6,5%	5,2%	
I33	10,9%	L11, L33	I33.1	15	10,9%	100%	10,9%	8,3%	
C11	20,2%	I11, I12, I14, I21, I22, I31, I32, I33	C11.1	16	10,1%	100%	10,1%	7,5%	
			C11.2	17	10,1%	100%	10,1%	7,5%	
			C12.1	18	3,2%	100%	3,2%	2,3%	
			C12.2	19	3,2%	100%	3,2%	2,3%	
C12	16,0%	I12, I14, I21, I31	C12.3	20	3,2%	100%	3,2%	2,3%	
			C12.4	21	3,2%	100%	3,2%	2,3%	
			C12.5	22	3,2%	100%	3,2%	2,3%	
			C32.1	23	5,5%	100%	5,5%	4,0%	
			C32.2	24	5,5%	100%	5,5%	4,0%	
C32	16,6%	I11, I12, I21, I22, I31, I32	C32.3	25	5,5%	100%	5,5%	4,0%	
			C34.1	26	15,2%	100%	15,2%	11,8%	
C34	15,2%	I21, I31	C34.1	26	15,2%	100%	15,2%	11,8%	
C41	17,1%	I21, I31, I32	C41.1	27	8,5%	100%	8,5%	6,7%	
			C41.2	28	8,5%	100%	8,5%	6,7%	
C42	15,0%	I21, I31	C42.1	29	7,5%	100%	7,5%	5,8%	
			C42.2	30	7,5%	100%	7,5%	5,8%	
F12	47,8%	C11, C12, C32, C34, C41, C42	F12.1	31	23,9%	100%	23,9%	18,0%	
			F12.2	32	23,9%	100%	23,9%	18,0%	
F22	52,2%	C11, C12, C32, C34, C41, C42	F22.1	33	26,1%	100%	26,1%	19,7%	
			F22.2	34	26,1%	100%	26,1%	19,7%	
Competitividade da instaladora (Ic)									76,2%

Em outra situação, suponha que a empresa tem como meta atingir nota 5 na avaliação dos usuários Google (intervalo de avaliação de 0 a 5 estrelas). Ainda, a empresa tem como meta coletar declarações de 10 dos seus maiores clientes para divulgar em seu *Site*. Estas metas referem-se aos indicadores C11.1 e C11.2 do objetivo estratégico C11 “Ser reconhecida como

uma empresa de qualidade e confiável”. Entretanto, a empresa não tem nenhuma avaliação no Google (0 estrelas) e nenhuma declaração de clientes coletada. Logo, o atingimento do kpi_{16}^C e kpi_{17}^C são 0% da meta. A Tabela 7 apresenta os resultados do sistema de mensuração da competitividade para essa situação. O primeiro impacto no desempenho é observado na perspectiva Clientes, em que apenas 79,8% é atingido. A partir disso, na perspectiva Financeira, todos os objetivos sofrem impacto no desempenho. Ao final, o Ic total é de 89,9%.

Tabela 7 – Índice de competitividade para o atingimento de 0% no kpi_{16}^C e no kpi_{17}^C

Objetivo	w_i^0	Objetivos de causa	KPI	k	w_k^0	kpi_k^0	d_k^0	D_k^0	P_0
L11	42,5%	-	L11.1	1	42,5%	100%	42,5%	42,5%	100%
L14	17,2%	-	L14.1	2	17,2%	100%	17,2%	17,2%	
L33	40,3%	-	L33.1	3	40,3%	100%	40,3%	40,3%	
I11	11,4%	L33	I11.1	4	5,7%	100%	5,7%	5,7%	100%
		L33	I11.2	5	5,7%	100%	5,7%	5,7%	
I12	11,4%	L33	I12.1	6	11,4%	100%	11,4%	11,4%	
I14	13,4%	L11, L14, L33	I14.1	7	13,4%	100%	13,4%	13,4%	
I21	15,4%	L11, L33	I21.1	8	7,7%	100%	7,7%	7,7%	
			I21.2	9	7,7%	100%	7,7%	7,7%	
I22	10,9%	L11	I22.1	10	10,9%	100%	10,9%	10,9%	
I31	13,6%	L11, L14, L33	I31.1	11	6,8%	100%	6,8%	6,8%	
			I31.2	12	6,8%	100%	6,8%	6,8%	
I32	13,0%	L11, L14, L33	I32.1	13	6,5%	100%	6,5%	6,5%	
			I32.2	14	6,5%	100%	6,5%	6,5%	
I33	10,9%	L11, L33	I33.1	15	10,9%	100%	10,9%	10,9%	
C11	20,2%	I11, I12, I14, I21, I22, I31, I32, I33	C11.1	16	10,1%	0%	0,0%	0,0%	
			C11.2	17	10,1%	0%	0,0%	0,0%	
			C12.1	18	3,2%	100%	3,2%	3,2%	
C12	16,0%	I12, I14, I21, I31	C12.2	19	3,2%	100%	3,2%	3,2%	
			C12.3	20	3,2%	100%	3,2%	3,2%	
			C12.4	21	3,2%	100%	3,2%	3,2%	
			C12.5	22	3,2%	100%	3,2%	3,2%	
			C32.1	23	5,5%	100%	5,5%	5,5%	
C32	16,6%	I11, I12, I21, I22, I31, I32	C32.2	24	5,5%	100%	5,5%	5,5%	
			C32.3	25	5,5%	100%	5,5%	5,5%	
C34	15,2%	I21, I31	C34.1	26	15,2%	100%	15,2%	15,2%	
C41	17,1%	I21, I31, I32	C41.1	27	8,5%	100%	8,5%	8,5%	
			C41.2	28	8,5%	100%	8,5%	8,5%	
C42	15,0%	I21, I31	C42.1	29	7,5%	100%	7,5%	7,5%	
			C42.2	30	7,5%	100%	7,5%	7,5%	
F12	47,8%	C11, C12, C32, C34, C41, C42	F12.1	31	23,9%	100%	23,9%	19,1%	
			F12.2	32	23,9%	100%	23,9%	19,1%	
F22	52,2%	C11, C12, C32, C34, C41, C42	F22.1	33	26,1%	100%	26,1%	20,8%	
			F22.2	34	26,1%	100%	26,1%	20,8%	
Competitividade da instaladora (Ic)									89,9%

Em posse desse modelo, o gestor da empresa instaladora pode refletir sobre os indicadores que mais impactam na sua estratégica para a competitividade. As metas precisam estar alinhadas a capacidade da empresa, bem como, seus investimentos em pessoas, infraestrutura e *marketing*.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo apresentou o modelo estratégico de avaliação do potencial competitivo para as empresas instaladoras FV. O modelo inicial foi construído com base na literatura e conta com 38 objetivos estratégicos. Com a análise dos gestores dessas empresas, o modelo foi reduzido para 19 objetivos estratégicos, mensurados por meio de 34 KPIs. Os objetivos que permaneceram neste modelo foram os considerados essenciais pelos gestores das empresas. Entretanto, o modelo inicial, disposto na Seção 4.1 pode ser revisitado pelo gestor e uma nova aplicação do DEMATEL pode ser realizada para adicionar os novos objetivos estratégicos. Assim, o modelo passa a ser adaptável as especificidades da empresa. A adaptação do modelo é importante para o acompanhamento do mercado, que está em constantes avanços. O que é uma estratégia competitiva importante essencial hoje, pode tornar-se não essencial em curto ou médio prazo. Normalmente, um planejamento estratégico de uma empresa é realizado anualmente. Ou seja, cada ano novas estratégias e metas podem ser avaliadas para incorporar-se ao modelo.

5 CONCLUSÕES

Esta pesquisa desenvolveu um modelo para avaliação do potencial competitivo voltado às empresas instaladoras de sistemas FV. Para tanto, concebeu-se um sistema de mensuração de desempenho baseado no modelo BSC que é composto por objetivos estratégicos e KPIs, traduzindo a competitividade em prioridades claras para o gerenciamento das instaladoras. O mapa estratégico do BSC foi elaborado a partir da literatura e aprimorado com uma consulta a gestores de instaladoras e especialistas em gestão de negócios em energia. O método MCDA denominado DEMATEL permitiu criar as relações de causa e efeito entre objetivos estratégicos e atribuir-lhes pesos. Então, formulações matemáticas agregativas do tipo aditivas foram desenvolvidas para criar o índice de competitividade.

O primeiro resultado específico é o modelo BMC. Por meio da revisão sistemática da literatura, revisão documental e consulta aos catálogos de instaladoras, foram selecionados 72 itens de negócios, alocando-os nos componentes do BMC. As tendências de mercado identificadas apontam para futuras oportunidades de negócios para grandes usinas FV em condomínios, cooperativas, no mercado livre e parcerias-público privadas, além de sistemas FV com armazenamento em baterias. O BMC ajuda os instaladores a olharem para o seu negócio, permitindo que se posicionem de forma mais assertiva no mercado brasileiro. Além disso, o BMC pode servir como ferramenta de *benchmarking* para comparação de negócios entre instaladores de diferentes países, promovendo a evolução dos processos da empresa. Consequentemente, contribui para a satisfação dos clientes FV.

O segundo resultado específico é o modelo BSC baseado na literatura. Foram extraídos 39 fatores de competitividade das instaladoras FV da RSL, bem como, as relações de causa e efeito entre eles. A partir disso, foram desenvolvidos 39 objetivos estratégicos, um para cada fator, os quais a empresa instaladora deve atingir para aumentar a sua competitividade. Por fim, foram sugeridos KPIs para mensurar os objetivos. Assim, o modelo BSC baseado na literatura contribui para a reflexão e aprendizagem das empresas instaladoras. O instalador pode atingir melhorias consistentes em sua competitividade e difusão de sistemas FV estudando este modelo BSC.

O terceiro resultado específico são as opiniões dos 51 gestores das instaladoras sobre os objetivos estratégicos e seus relatos abertos sobre o tema. Nessa etapa, o método CVR foi aplicado, resultando em 19 objetivos estratégicos considerados como essenciais a permanecerem no modelo BSC. Dentre os objetivos removidos estão os que englobam P&D, gestão de *stakeholders*, opções de pagamento aos clientes, transparência do processo com os

clientes e expansão geográfica e estrutural da empresa. Esses dois últimos indicam que a maioria das empresas está focada em suprir a demanda por sistemas na região de atuação atual e em realizar a subcontratação de outras empresas para auxiliarem nas demandas extras. Dentre os objetivos que permaneceram, estão todos os que envolvem qualidade e agilidade no projeto e na instalação, gestão de compras e monitoramento dos clientes e reclamações no pós-venda. É importante ressaltar que a redução dos objetivos estratégicos pelos gestores pela metade removeu do modelo questões importantes destacadas pela literatura. Contudo, sabe-se que um planejamento estratégico deve partir da alta gestão de uma empresa. Se os gestores, em suas opiniões, não consideram um objetivo essencial, não haverá esforços significativos para motivar sua equipe a atingir as metas desses objetivos. Com isso, a redução do BSC com a aplicação do CVR mantém no modelo objetivos que os gestores terão maior naturalidade em buscar na sua gestão.

Por fim, o quarto resultado específico é a aplicação do DEMATEL com os especialistas para a construção das relações de causa e efeito entre os objetivos estratégicos e a constatação de quais são mais importantes, ponderando a estrutura do BSC. O objetivo I21 da perspectiva Processos Internos “Aprimorar a eficiência do processo de instalação, como a quantidade de pessoas, recursos e tempo envolvidos” apresentou as maiores relações de efeito da perspectiva Aprendizagem e Crescimento e de causas para a perspectiva Clientes. Nem sempre as empresas instaladoras focam na eficiência do processo de instalação, pois nesse momento, a venda do sistema já foi realizada ao cliente. Entretanto, esse é o processo que consolida a qualidade do serviço e funcionamento eficiente do sistema. O objetivo da C11 da perspectiva Clientes “Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável” apresentou as maiores relações de efeito da perspectiva Processos Internos e de causas para a perspectiva Financeira. Todos impactam significativamente nesse objetivo, mas dois deles são destaques, o próprio I21, e o I31 “Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia”. A tecnologia FV está em constante evolução. Componentes de qualidade selecionados pelo instalador resultarão em qualidade final da integração deles em um sistema de geração FV.

Foram as constatações em cada um dos resultados parciais que sustentaram o desenvolvimento do modelo BSC final e da formulação matemática que mensura a competitividade das instaladoras. A seguir, são discutidas as contribuições acadêmicas e práticas desta tese, suas limitações e oportunidades futuras de pesquisas.

5.1 CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS

A RSL realizada nesta tese constatou que, até então, as empresas instaladoras foram pouco assistidas pelas pesquisas. Essas costumam focar no desenvolvimento do setor de energia FV como um todo, não compreendendo as decisões das instaladoras. Nesse contexto, esta tese aprofundou os conhecimentos acerca dos modelos de negócios e dos aspectos competitivos desse segmento de empresas. Os resultados desta tese preencheram a lacuna de carência de estudos que servem esse setor não somente para o Brasil, mas também para o desenvolvimento FV em mercados emergentes em todo o mundo, especialmente nos países BRICS e naqueles com regulamentação energética semelhante ao Brasil.

Os desdobramentos desta tese podem ser confrontados com os resultados dos trabalhos relacionados, que em sua maioria, concentram-se nos países de primeiro mundo. A constatação de Mignon e Broughel (2020) que as empresas instaladoras da Suécia priorizam a satisfação do cliente do que a maximização da produção de eletricidade, não considera a relação de causa que os Processos Internos têm para com o Cliente. Os resultados de Sinitskaya et al. (2020) acerca das jornadas dos instaladores estadunidenses vão ao encontro dos relatos dos instaladores brasileiros, de que as interações pessoais oferecem maior segurança aos clientes, e que os processos de regulamentação do sistema são burocráticos para empresa e clientes.

O estudo de O'Shaughnessy, Nemet e Darghouth, (2018) apoia um fruto desta tese. Eles afirmam que as instaladoras estadunidenses tendem a permanecer na sua região, ao invés de responder às mudanças nas condições do mercado, desenraizando-se e realocando-se. De modo similar, nesta tese, o objetivo estratégico “Expandir a área geográfica operacional da empresa” não foi considerado essencial pelos 51 gestores. O estudo de Hanna, Leach e Torriti (2018) apontou que no período de corrida por instalações no Reino Unido, existia um risco maior de que os padrões das instalações fossem comprometidos. O modelo de causa e efeito desta tese evidencia que focar na qualidade dos processos internos impacta significativamente nos clientes, e por consequência, nos ganhos financeiros da empresa.

Até o momento, partes desta tese já foram veiculadas na comunidade acadêmica por meio de dois artigos (RIGO et al., 2021, 2022a). Ademais, esta tese apresenta uma formulação matemática única para a mensuração da competitividade das instaladoras e que pode servir à comunidade acadêmica para o desenvolvimento de novos modelos.

5.2 CONTRIBUIÇÕES PRÁTICAS

Este estudo está inserido no cenário das empresas instaladoras de energia solar FV, também chamadas de empresas intermediárias ou integradoras. Assim como a demanda por sistemas FV, o número de instaladoras ativas no mercado dobra a cada dia em todas as regiões do Brasil, gerando competição entre elas. Ainda, a competitividade entre essas empresas é potencializada pela natureza do serviço de integração de sistemas FV, pois para a maioria dos investidores a solução que as empresas oferecem é a mesma. Nesse sentido, surge a necessidade que as empresas desse segmento têm de se constituírem como empresas consolidadas e de ganharem mercado frente suas concorrentes.

O crescimento exponencial da geração de energia elétrica com a tecnologia FV no Brasil é observado desde 2015, mas considerando a dimensão do mercado potencial, ainda existe grande margem para crescimento. No entanto, o Brasil pode estar passando por um processo de “corrida” por instalações a serem concretizadas até a data definida para a redução dos benefícios no SCEE do Marco Legal (BRASIL, 2022). Esse prazo pode acarretar em processos internos mal estruturados e, conseqüentemente, em instalações ineficientes ou inseguras. Um dos gestores entrevistados afirmou que existem instaladoras sem qualificação e sem responsabilidade atuando no setor, prejudicando a notoriedade da tecnologia FV. Em outras palavras, novas empresas instaladoras são abertas todos os dias no país para atender à crescente demanda por sistemas, sem necessariamente serem geridas estrategicamente, priorizando a qualidade e eficiência na prestação do serviço de integração de sistemas FV.

Essa situação evidencia a necessidade de certificações específicas para empresas instaladoras de sistemas FV e uma fiscalização mais eficiente para as normas regulamentadoras já existentes. Alguns países têm a exigência de certificação da empresa instaladora, como exemplo, no Reino Unido tem o *Government's Microgeneration Certification Scheme*. Os formuladores de normas e regulamentações, como a ANEEL, poderiam destinar esforços a desenvolver esse programa de certificação. Não cabe ao escopo desta tese esmiuçar o processo de instalação elétrica, mas sim, frisar que a preocupação com a qualidade é essencial para a competitividade duradoura da empresa, pois tem impacto em todos os modelos de negócios da instaladora.

Com vistas a alta competitividade entre as empresas instaladoras, um profissional intermediário chamado corretor de sistemas FV, que trabalha para o consumidor final, pode tornar-se mais ativo no Brasil. O objetivo estratégico que visava manter um bom relacionamento com este profissional não foi considerado essencial pelas instaladoras, mas isso

deve-se mais a não presença efetiva dele no mercado. Acontece que diversos investidores tem dúvidas sobre quais instaladoras contatar e confiar. Esse profissional trabalha para suprir essa demanda.

5.3 LIMITAÇÕES E OPORTUNIDADES PARA PESQUISAS FUTURAS

Mesmo que os objetivos desta tese tenham sido atendidos, algumas limitações foram identificadas. A principal delas refere-se ao número total de participantes da pesquisa, 51 gestores de empresas instaladoras. Mesmo que esse número represente uma amostra representativa dos modelos de negócios, um número muito maior de empresas foi contatado para participar da pesquisa, mas não aderiram. Talvez, com um maior número de respondentes, outros objetivos fossem considerados essenciais e incorporariam o modelo final do BSC.

Como este modelo tem como base o BSC, é exigido um planejamento estratégico desenvolvido e aplicado na empresa para que ela possa mensurar a sua competitividade. Isso porque o modelo exige que cada empresa defina as metas que representem o seu histórico e capacidade de crescimento. Ainda, a mensuração de alguns dos KPIs denota informações estratégicas que costumam ser protegidas pelas empresas. Por isso, uma limitação deste estudo é a aplicação do modelo em um caso real.

Diante do tema apresentado, do modelo proposto, e de todo o arcabouço de conhecimento gerado com esta tese, sugere-se alguns caminhos futuros de pesquisa. Em um primeiro momento, é possível implementar o modelo em uma aplicação de *software web*, facilitando *benchmarks* potenciais e geração de relatórios quanto ao potencial competitivo. Ao combinar o índice de competitividade com os dados de mercado da ANEEL, é possível identificar o *market-share* da empresa em um município, microrregião ou estado. Em um segundo momento, outros métodos de ponderação dos objetivos estratégicos, como a combinação ANP e DEMATEL, chamada DANP. Também é possível incorporar a abordagem *fuzzy* aos dados coletados com os especialistas. Independente da abordagem, é importante que as empresas instaladoras FV continuem a serem assistidas pelas pesquisas.

6 PUBLICAÇÕES

Neste capítulo são apresentados os artefatos de pesquisa publicados durante o período de doutorado. A seguir, os artigos científicos desenvolvidos como primeiro autor, diretamente relacionados à esta tese.

- *Competitive Business Model of Photovoltaic Solar Energy Installers in Brazil*: Esse artigo trata do estudo dos modelos de negócios das empresas instaladoras e o mapeamento de suas características, bem como, avaliação das tendências futuras de negócios. O artigo foi publicado em 2021 no periódico **Renewable Energy** (RIGO et al., 2021)
- *The Competitiveness Factors of Photovoltaic Installers Companies and a BSC Model*: Esse artigo trata do modelo de competitividade fundamentado no BSC e em KPIs proposto nesta tese. O artigo foi publicado em 2022 no periódico **Solar Energy** (RIGO et al., 2022a).

A seguir, são apresentadas as publicações como primeiro autor, desenvolvidas durante o período de doutorado relacionadas ao tema desta tese, porém não diretamente.

- *Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil?* Esse artigo trouxe fatores para o sucesso da energia fotovoltaica em pequena escala apontados pela literatura internacional em diversos países e confrontou esses fatores com a realidade do setor no Brasil. O artigo foi publicado em 2019 no **Journal of Cleaner Production** (RIGO et al., 2019a).
- *Evaluation of the Success of a Small-Scale Photovoltaic Energy System*. Este artigo trouxe a avaliação dos fatores de sucesso na perspectiva das instaladoras fotovoltaicas e foram confrontados a opinião dos investidores. Ainda, a análise de um projeto de pequena escala foi realizada. O artigo está publicado na **IEEE Latin America Transactions** (RIGO et al., 2019b).
- *A model for measuring the success of distributed small-scale photovoltaic systems projects*. Esse artigo trouxe um modelo para medir o sucesso de projetos de pequena escala pela perspectiva dos investidores e de especialistas da área. O modelo foi testado em 32 projetos. O artigo foi publicado em 2020 no periódico **Solar Energy** (RIGO et al., 2020a).

- *Renewable Energy Problems: Exploring the Methods to Support the Decision-Making Process.* Este artigo trouxe uma revisão detalhada da literatura sobre os métodos MCDA aplicados a problemas de energia renováveis, evidenciando quais métodos são aplicados por etapa do processo de decisão e por classe de problema. O artigo foi publicado em 2020 no periódico **Sustainability** (RIGO et al., 2020b)
- *A Software Application to Support Decision-making in Small-scale Photovoltaic Projects.* Este artigo trouxe o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para o apoio a tomada de decisão de investidores na escolha entre projetos de energia solar fotovoltaica distribuída. Quatro orçamentos foram diagnosticados e comparados na ferramenta. O artigo foi publicado em 2022 no periódico **International Journal of Energy Economics and Policy** (RIGO et al., 2022b).

A seguir são apresentadas as publicações concebidas em coautoria e colaboração com os trabalhos de outros colegas cujo tema é relacionado a esta tese.

- *What is the Profile of the Investor in Household Solar Photovoltaic Energy Systems?* Este artigo investigou o perfil dos investidores de energia de MMGD FV no Brasil sob quatro dimensões: o perfil sociopsicológico, o relacionamento homem-natureza, as motivações e as características da propriedade. O artigo está publicado na **Energies** (GAVA GASTALDO et al., 2019)
- *Multi-criteria decision-making model for assessment of large photovoltaic farms in Brazil.* Nesse artigo foi desenvolvido um modelo GIS-MDCM baseado em AHP-TOPSIS e ArcGis para o processo de escolha sobre locais ótimos para a instalação de usinas fotovoltaica de GC. O artigo está publicado na **Energy** (REDISKE et al., 2020)
- *How to measure organizational performance of distributed generation in electric utilities? The Brazilian case.* Nesse artigo foi desenvolvido um modelo baseado em BSC-MCDM para mensurar o desempenho das distribuidoras brasileiras de energia elétrica na gestão da MMGD. O artigo está publicado na **Renewable Energy** (ROSA et al., 2021).
- *Wind Power Plant Site Selection: A Systematic Review.* Esse artigo objetivou revisar os fatores determinantes e restritivos para o processo de decisão de locais ótimos para instalação de usinas eólicas. O artigo está publicado na **Renewable & Sustainable Energy Reviews** (REDISKE et al., 2021).

- *Potential growth in small-scale distributed generation systems in Brazilian capitals.* Este artigo avaliou o potencial de crescimento em GD FV das capitais brasileiras por meio de uma modelagem MDCM híbrida AHP-TOPSIS. O artigo está publicado no livro **Predictive Modelling for Energy Management and Power Systems Engineering** da Editora Elsevier (ROSA; RIGO; SILUK, 2021).
- *Management of operation and maintenance practices in photovoltaic plants: Key performance indicators.* Este artigo apresenta e discute 33 KPIs para a avaliação das práticas de operação e manutenção de usinas de energia fotovoltaica, bem como, as variáveis que devem ser medidas constantemente na usina. O artigo está publicado no periódico **International Journal of Energy Research** (REDISKE et al., 2022).

REFERÊNCIAS

ABRAACEEL. **Boletim**. 2021. Disponível em: <<https://abraceel.com.br/topico/biblioteca/boletim/>>. Acesso em: 1 maio. 2021.

ABSOLAR. **Associado**. 2021. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/associado>>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ACUÑA-CARVAJAL, F. et al. An integrated method to plan, structure and validate a business strategy using fuzzy DEMATEL and the balanced scorecard. **Expert Systems with Applications**, [s. l.], v. 122, p. 351–368, 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85059780051&doi=10.1016%2Fj.eswa.2019.01.030&partnerID=40&md5=12cb96abed367008a85f251ed0286a2e>>

ANDRADE, J. V. B. De et al. Constitutional aspects of distributed generation policies for promoting Brazilian economic development. **Energy Policy**, [s. l.], v. 143, p. 111555, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421520302974>>

ANEEL. **Resolução Normativa nº482, de 17 de abril de 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

ANEEL. **Resolução Normativa nº687, de 24 de novembro de 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

ANEEL. **Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída - Resolução Normativa nº 482/2012**. 2018. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/18485189/6+Modelo+de+AIR++SRD++Geração+Distribuida.pdf/769daa1c-51af-65e8-e4cf-24eba4f965c1>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ANEEL. **Capacidade de Geração do Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9>>. Acesso em: 1 mar. 2021.

ANEEL. **Geração Distribuída**. 2022. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTllMjltN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOjR9>>. Acesso em: 22 abr. 2022.

ARDANI, K. et al. WREF 2012: Benchmarking non-hardware balance of system costs for PV systems in the united states using a bottom-up approach. In: WORLD RENEWABLE ENERGY FORUM, WREF 2012, INCLUDING WORLD RENEWABLE ENERGY CONGRESS XII AND COLORADO RENEWABLE ENERGY SOCIETY (CRES) ANNUAL CONFEREN 2012, Denver, CO. **Anais...** Denver, CO Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84871565536&partnerID=40&md5=1f621da13e317e28b9dd76e10a5ef274>>

AYDIN, U. et al. Enhanced Performance Assessment of Airlines with Integrated Balanced Scorecard, Network-Based Superefficiency DEA and PCA Methods. **Contributions to Management Science**, [s. l.], p. 225–247, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/>

inward/record.uri?eid=2-s2.0-85103833405&doi=10.1007%2F978-3-030-52406-7_9&partnerID=40&md5=202095fef218ee7c49c49a8323a32e7c>

AYRE, C.; SCALLY, A. J. Critical values for Lawshe's content validity ratio: Revisiting the original methods of calculation. **Measurement and Evaluation in Counseling and Development**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 79–86, 2014. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84890517559&doi=10.1177%2F0748175613513808&partnerID=40&md5=6d14b70f250d8fa81966a3e839ba46d7>>

BAGHESTANI, A. R. et al. Bayesian Critical Values for Lawshe's Content Validity Ratio. **Measurement and Evaluation in Counseling and Development**, [s. l.], v. 52, n. 1, p. 69–73, 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85052065966&doi=10.1080%2F07481756.2019.1308227&partnerID=40&md5=7ca593a3facff1e1ad878fc70a943dcb>>

BAO, Q. et al. A human-centered design approach to evaluating factors in residential solar PV adoption: A survey of homeowners in California and Massachusetts. **Renewable Energy**, [s. l.], 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85076215462&doi=10.1016%2Fj.renene.2019.11.047&partnerID=40&md5=03d3bc46a9d5aac1945f01de5caab59f>>

BARBOSA, E. M. D. et al. Photovoltaic water pumping systems installer training: a partnership experience between the university and Sao Francisco hydroelectric power plant. **RENEWABLE ENERGY**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 187–205, 2000.

BERGEK, A. Diffusion intermediaries: A taxonomy based on renewable electricity technology in Sweden. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, [s. l.], v. 36, p. 378–392, 2020. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422419302813>>

BIGERNA, S.; D'ERRICO, M. C.; POLINORI, P. Energy security and RES penetration in a growing decarbonized economy in the era of the 4th industrial revolution. **Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 166, p. 120648, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521000809>>

BLACK, A. Brokering for reducing costs and increasing customer satisfaction in solar sales. In: AMERICAN SOLAR ENERGY SOCIETY - SOLAR 2007: 36TH ASES ANNUAL CONF., 32ND NATIONAL PASSIVE SOLAR CONF., 2ND RENEWABLE ENERGY POLICY AND MARKETING CONFERENCE: SUSTAINABLE ENERGY PUTS AMERICA TO WORK 2007, Cleveland, OH. **Anais...** Cleveland, OH Disponível em: <<https://ongrid.net/papers/SolarBrokering.pdf>>

BOGDANOV, D. et al. Low-cost renewable electricity as the key driver of the global energy transition towards sustainability. **Energy**, [s. l.], v. 227, p. 120467, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544221007167>>

BRASIL. **LEI Nº 14.300, DE 6 DE JANEIRO DE 2022: Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE)**. 2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/L14300.htm>. Acesso em: 21 mar. 2022.

BURESH, K. M.; APPERLEY, M. D.; BOOYSEN, M. J. Three shades of green: Perspectives on at-work charging of electric vehicles using photovoltaic carports. **Energy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 57, p. 132–140, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082620302441>>

BURIN, H. P. et al. **Relatório Trimestral Solarmap: 3º Trimestre de 2020**. 2020. Disponível em: <www.nic-ufsm.org/solarmap>. Acesso em: 1 jan. 2021.

BURIN, H. P. et al. Determining Factors and Scenarios of Influence on Consumer Migration from the Regulated Market to the Deregulated Electricity Market. **Energies**, [s. l.], v. 14, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/14/1/65>>

CHAN, A. P. C.; CHAN, A. P. L. Key performance indicators for measuring construction success. **Benchmarking: An International Journal**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 203–221, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/14635770410532624>>

CHESBROUGH, H.; ROSENBLOOM, R. S. The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. **Industrial and Corporate Change**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 529–555, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/icc/11.3.529>>

CHOUDHARY, P.; SRIVASTAVA, R. K. Sustainability perspectives- a review for solar photovoltaic trends and growth opportunities. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 227, p. 589–612, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619311849>>

DA SILVA, H.; UTURBEY, W.; LOPES, B. M. Market diffusion of household PV systems: Insights using the Bass model and solar water heaters market data. **Energy for Sustainable Development**, [s. l.], v. 55, p. 210–220, 2020. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081037780&doi=10.1016%2Fj.esd.2020.02.004&partnerID=40&md5=1c2a1b14f7190a85d1762c49021166c5>>

DEL MAR ROLDÁN-GARCÍA, M. et al. Ontology-driven approach for KPI meta-modelling, selection and reasoning. **International Journal of Information Management**, [s. l.], p. 102018, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026840121930581X>>

DINÇER, H.; YÜKSEL, S. An integrated stochastic fuzzy MCDM approach to the balanced scorecard-based service evaluation. **Mathematics and Computers in Simulation**, [s. l.], v. 166, p. 93–112, 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85065572558&doi=10.1016%2Fj.matcom.2019.04.008&partnerID=40&md5=703ce4d94ba255e2409506f472f962a3>>

DORNELAS, J. **Plano de negócios com o modelo Canvas : guia prático de avaliação de ideias de negócio**. São Paulo: Empreende Ltda., 2020.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design science research: A method for science and technology advancement**. New York: Springer, 2014.

DUBEY, N.; TANKSALE, A. A study of barriers for adoption and growth of food banks in India using hybrid DEMATEL and Analytic Network Process. **Socio-Economic Planning**

Sciences, [s. l.], p. 101124, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038012121001166>>

ENF SOLAR. **Solar System Installers in Brazil**. 2021. Disponível em: <<https://www.enf-solar.com/directory/installer/Brazil>>. Acesso em: 11 jul. 2020.

ENGLBERGER, S.; JOSSEN, A.; HESSE, H. Unlocking the Potential of Battery Storage with the Dynamic Stacking of Multiple Applications. **Cell Reports Physical Science**, [s. l.], v. 1, n. 11, p. 100238, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666386420302563>>

EPE. **Estatísticas**. 2021a. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/estatisticas>>. Acesso em: 1 jan. 2021.

EPE, E. de P. E. **Relatório Síntese: Balanço Energético Nacional**. 2021b. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/Relatório Síntese BEN 2021-ab 2020_v2.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

FALATOONITOOSI, E. et al. Decision-making trial and evaluation laboratory. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, [s. l.], v. 5, n. 13, p. 3476–3480, 2013.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. **Service Management: Operations, Strategy, Information Technology**. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2020.

FREITAS, R. J. De et al. Criteria selection for evaluation of ERP systems implementation in large Brazilian companies. **Management Research: The Journal of the Iberoamerican Academy of Management**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 160–186, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/MRJIAM-10-2014-0567>>

FUENTES, S. et al. Transition to a greener Power Sector: Four different scopes on energy security. **Renewable Energy Focus**, [s. l.], v. 33, p. 23–36, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755008420300120>>

GABRIEL, C.-A.; KIRKWOOD, J. Business models for model businesses: Lessons from renewable energy entrepreneurs in developing countries. **Energy Policy**, [s. l.], v. 95, p. 336–349, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421516302324>>

GABUS, A.; FONTELA, E. World Problems, An Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL. In: 1972, **Anais...** [s.l: s.n.]

GARLET, T. B. et al. Value chain in distributed generation of photovoltaic energy and factors for competitiveness: A systematic review. **Solar Energy**, [s. l.], v. 211, p. 396–411, 2020. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X20309993>>

GAVA GASTALDO, N. et al. What is the Profile of the Investor in Household Solar Photovoltaic Energy Systems? **Energies**, [s. l.], v. 12, n. 23, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1996-1073/12/23/4451>>

GERNAAT, D. E. H. J. et al. The role of residential rooftop photovoltaic in long-term energy and climate scenarios. **Applied Energy**, [s. l.], v. 279, p. 115705, 2020. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261920312009>>

GREENER. **Estudos**. 2021a. Disponível em: <<https://www.greener.com.br/estudos/>>. Acesso em: 11 jul. 2021.

GREENER. **PPA's Solares para o Mercado Livre de Energia**. 2021b. Disponível em: <https://www.greener.com.br/greener_artigos/ppas-solares-para-o-mercado-livre-de-energia/>. Acesso em: 2 jan. 2021.

GREENER. **Estudo Estratégico: Mercado de Armazenamento**. 2021c. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/12882/1611676388Verso_Light_LP_-_Estudo_Estrategico_do_Mercado_de_Armazenamento_de_Energia_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2021.

GREENER. **Estudo Estratégico Geração Distribuída - 2º Semestre de 2021**. 2022. Disponível em: <<https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategicogeracao-distribuida-2021-mercado-fotovoltaico-2-semester/>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

HANNA, R.; LEACH, M.; TORRITI, J. Microgeneration: The installer perspective. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 116, n. A, p. 458–469, 2018.

HERNÁNDEZ-CALLEJO, L.; GALLARDO-SAAVEDRA, S.; ALONSO-GÓMEZ, V. A review of photovoltaic systems: Design, operation and maintenance. **Solar Energy**, [s. l.], v. 188, p. 426–440, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X19305912>>

HORVÁTH, D.; SZABÓ, R. Z. Evolution of photovoltaic business models: Overcoming the main barriers of distributed energy deployment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 90, p. 623–635, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118301928>>

HOULDIN, R. W.; YANG, B. Going viral: The impacts of covid19 on retail electricity. **Electricity Journal**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 106903, 2021.

IEA. **Renewable Energy Market Update 2021**. 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-2021>>. Acesso em: 24 jan. 2022.

IEA, I. E. A. **World Energy Outlook 2019: Electricity**. 2020. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019/electricity>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

INDERBERG, T. H. J.; TEWS, K.; TURNER, B. Is there a Prosumer Pathway? Exploring household solar energy development in Germany, Norway, and the United Kingdom. **ENERGY RESEARCH & SOCIAL SCIENCE**, [s. l.], v. 42, p. 258–269, 2018.

IRENA. **Data & Statistics**. 2022. Disponível em: <<https://www.irena.org/Statistics>>. Acesso em: 22 jan. 2022.

JAHAN, A. et al. A framework for weighting of criteria in ranking stage of material selection process. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 411–420, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00170-011-3366-7>>

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action**. [s.l.] : Harvard Business Press, 1996.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The Execution Premium: Linking Strategy to Operations for Competitive Advantage**. Boston, MA: Harvard Business Review Press, 2008.

KARABECE, K.; GÜRBÜZ, T. An integrated balanced scorecard and fuzzy BOCR decision model for performance evaluation. **Advances in Intelligent Systems and Computing**, [s. l.], v. 1029, p. 843–851, 2020. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85069517876&doi=10.1007%2F978-3-030-23756-1_101&partnerID=40&md5=9a2b13a684451fcc90a9036288403310>

KARAKAYA, E.; NUUR, C.; HIDALGO, A. Business model challenge: Lessons from a local solar company. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 85, p. 1026–1035, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148115301646>>

KARAMI, M.; MADLENER, R. Business model innovation for the energy market: Joint value creation for electricity retailers and their customers. **Energy Research & Social Science**, [s. l.], v. 73, p. 101878, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629620304539>>

KOCA, G.; EGILMEZ, O.; AKCAKAYA, O. Evaluation of the smart city: Applying the dematel technique. **Telematics and Informatics**, [s. l.], v. 62, p. 101625, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585321000642>>

LAWSHE, C. H. A quantitative approach to content validity. **Personnel Psychology**, [s. l.], v. 28, p. 563–575, 1975.

LÓPEZ-OSPINA, H. et al. A method for designing strategy maps using DEMATEL and linear programming. **Management Decision**, [s. l.], v. 55, n. 8, p. 1802–1823, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/MD-08-2016-0597>>

LYNN, K. Procedures for photovoltaic system design review and approval. In: CONFERENCE RECORD OF THE THIRTY-FIRST IEEE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE - 2005 2005, **Anais...** [s.l: s.n.]

MANUPATI, V. K. et al. An Integrated Fuzzy MCDM Approach to Supplier Selection—Indian Automotive Industry Case. **Modeling and Optimization in Science and Technologies**, [s. l.], v. 18, p. 473–484, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85107194066&doi=10.1007%2F978-3-030-72929-5_22&partnerID=40&md5=aa4b8f60739dae798550056fad9392bb>

MIGNON, I.; BROUGHEL, A. E. What interests do intermediaries prioritize during wind- and solar project development? **Environmental Innovation and Societal Transitions**, [s. l.], 2020. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078832008&doi=10.1016%2Fj.eist.2020.01.014&partnerID=40&md5=00e36b908f7e2b62ecb3a5904e8f7cd3>>

MORALES-TORRES, A. et al. Decision Support Tool for energy-efficient, sustainable and integrated urban stormwater management. **Environmental Modelling & Software**, [s. l.], v. 84, p. 518–528, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815216304248>>

MSC. **Government's Microgeneration Certification Scheme (MSC)**. 2020. Disponível em: <<https://mcs-certified.com/>>. Acesso em: 9 jan. 2021.

MUAAFA, M. et al. Can adoption of rooftop solar panels trigger a utility death spiral? A tale of two U.S. cities. **Energy Research & Social Science**, [s. l.], v. 34, p. 154–162, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629617302128>>

NARINS, T. P. The battery business: Lithium availability and the growth of the global electric car industry. **The Extractive Industries and Society**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 321–328, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214790X17300175>>

NASCIMENTO, F. M. Do et al. Factors for Measuring Photovoltaic Adoption from the Perspective of Operators. **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 3184, 2020.

NEMET, G. F. et al. Characteristics of low-priced solar PV systems in the US. **Applied Energy**, [s. l.], v. 187, p. 501–513, 2017.

O'SHAUGHNESSY, E. Non-monotonic effects of market concentration on prices for residential solar photovoltaics in the United States. **Energy Economics**, [s. l.], v. 78, p. 182–191, 2019.

O'SHAUGHNESSY, E. et al. Addressing the soft cost challenge in US small-scale solar PV system pricing. **Energy Policy**, [s. l.], v. 134, 2019.

O'SHAUGHNESSY, E.; NEMET, G. F.; DARGHOUTH, N. The geography of solar energy in the United States: Market definition, industry structure, and choice in solar PV adoption. **Energy Research & Social Science**, [s. l.], v. 38, p. 1–8, 2018.

OPIYO, N. N. Impacts of neighbourhood influence on social acceptance of small solar home systems in rural western Kenya. **Energy Research & Social Science**, [s. l.], v. 52, p. 91–98, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629618302809>>

PABLO-ROMERO, M. P.; SÁNCHEZ-BRAZA, A.; GALYAN, A. Renewable energy use for electricity generation in transition economies: Evolution, targets and promotion policies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 138, p. 110481, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403212030767X>>

PORTAL SOLAR. **Lista de empresas de energia solar fotovoltaica**. 2021. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/fornecedores/empresas-de-energia-solar/>>. Acesso em: 11 jul. 2021.

QUEZADA, L. E. et al. An ANP Model to Generate Performance Indicators for Manufacturing Firms Under a Balanced Scorecard Approach. **EMJ - Engineering Management Journal**, [s. l.], 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record>>

uri?eid=2-s2.0-85100357215&doi=10.1080%2F10429247.2020.1840877&partnerID=40&md5=dc3ce12c9730e346d924cff50d8b546a>

RAMIREZ-ROSADO, I. J. et al. Spatial long-term forecasting of small power photovoltaic systems expansion. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 36, n. 12, p. 3499–3506, 2011. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79960152843&doi=10.1016%2Fj.renene.2011.05.037&partnerID=40&md5=6a381f1ab60ddc62fff623d9595138d2>>

REDISKE, G. et al. Multi-criteria decision-making model for assessment of large photovoltaic farms in Brazil. **Energy**, [s. l.], v. 197, p. 117167, 2020. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220302747>>

REDISKE, G. et al. Wind power plant site selection: A systematic review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 148, p. 111293, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121005803>>

REDISKE, G. et al. Management of operation and maintenance practices in photovoltaic plants: Key performance indicators. **International Journal of Energy Research**, [s. l.], v. n/a, n. n/a, 2022. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/er.7737>>

RELVA, S. G. et al. Enhancing developing countries' transition to a low-carbon electricity sector. **Energy**, [s. l.], v. 220, p. 119659, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544220327663>>

REN21. **Renewables 2021: Global Status Report**. Paris: REN21 Secretariat, 2021.

REVISTA FOTOVOLT. **Empresas integradoras, de consultoria, projetos e instalações fotovoltaicas**. 2021a. Disponível em: <<https://www.arandanet.com.br/revista/fotovolt/guia/206-Empresas-integradoras,-de-consultoria,-projetos-e-instalacoes-fotovolticas>>. Acesso em: 11 mar. 2021.

REVISTA FOTOVOLT. **Atlas lidera ranking de PPAs corporativos na América Latina**. 2021b. Disponível em: <<https://www.arandanet.com.br/revista/fotovolt/noticia/1712-Atlas-lidera-ranking-de-PPAs-corporativos-na-America-Latina.html>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

RIGO, P. D. et al. Is the success of small-scale photovoltaic solar energy generation achievable in Brazil? **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 240, 2019. a.

RIGO, P. D. et al. Evaluation of the Success of a Small-Scale Photovoltaic Energy System. **IEEE Latin America Transactions**, [s. l.], v. 17, n. 09, p. 1474–1481, 2019. b. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8931141>>

RIGO, P. D. et al. A model for measuring the success of distributed small-scale photovoltaic systems projects. **Solar Energy**, [s. l.], v. 205, p. 241–253, 2020. a. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X20304631>>

RIGO, P. D. et al. Renewable Energy Problems: Exploring the Methods to Support the Decision-Making Process. **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 23, 2020. b. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/10195>>

RIGO, P. D. et al. Competitive business model of photovoltaic solar energy installers in Brazil. **Renewable Energy**, [s. l.], 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096014812101329X>>

RIGO, P. D. et al. The competitiveness factors of photovoltaic installers companies and a BSC model. **Solar Energy**, [s. l.], v. 235, p. 36–49, 2022. a. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X2200113X>>

RIGO, P. D. et al. A Software Application to Support Decision-making in Small-scale Photovoltaic Projects. **International Journal of Energy Economics and Policy**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 32–39, 2022. b. Disponível em: <<https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/11959>>

ROSA, C. B. et al. How to measure organizational performance of distributed generation in electric utilities? The Brazilian case. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 169, p. 191–203, 2021. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148121000331>>

ROSA, C. B.; RIGO, P. D.; SILUK, J. C. M. Chapter 15 - Potential growth in small-scale distributed generation systems in Brazilian capitals. In: DEO, R.; SAMUI, P.; ROY, S. S. (Eds.). **Predictive Modelling for Energy Management and Power Systems Engineering**. [s.l.] : Elsevier, 2021. p. 485–505.

SAATY, R. W. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. **Mathematical Modelling**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 161–176, 1987. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0270025587904738>>

SAATY, T. L. **Decision making for leaders: the analytic hierarchy process for decisions in a complex world**. 3. ed. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 2012.

SEN, M. K. et al. An integrated approach for modelling and quantifying housing infrastructure resilience against flood hazard. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 288, p. 125526, 2021.

SI, J. et al. Assessment of building-integrated green technologies: A review and case study on applications of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 27, p. 106–115, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670716301238>>

SI, S.-L. et al. DEMATEL Technique: A Systematic Review of the State-of-the-Art Literature on Methodologies and Applications. **Mathematical Problems in Engineering**, [s. l.], v. 2018, p. 3696457, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2018/3696457>>

SINITSKAYA, E. et al. Designing linked journey maps to understand the complexities of the residential solar energy market. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 145, p. 1910–1922, 2020.

SUEYOSHI, T.; GOTO, M. Photovoltaic power stations in Germany and the United States: A comparative study by data envelopment analysis. **Energy Economics**, [s. l.], v. 42, p. 271–288, 2014.

TROVATO, V.; KANTHARAJ, B. Energy storage behind-the-meter with renewable generators: Techno-economic value of optimal imbalance management. **International**

Journal of Electrical Power & Energy Systems, [s. l.], v. 118, p. 105813, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142061519323270>>

TSOUTSOS, T. et al. Training and certification of PV installers in Europe. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 49, n. SI, p. 222–226, 2013. a. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960148112000389>>

TSOUTSOS, T. et al. Training and certification of PV installers in Europe: A transnational need for PV industry's competitive growth. **Energy Policy**, [s. l.], v. 55, p. 593–601, 2013. b. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421512011019>>

VAGALUME. **Como funciona**. 2021. Disponível em: <<https://www.souvagalume.com.br/>>. Acesso em: 2 fev. 2021.

VIEIRA, L. C.; AMARAL, F. G. Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 113, p. 5–16, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615016741>>

WANG, C.-H.; CHUANG, J.-J. Integrating decision tree with back propagation network to conduct business diagnosis and performance simulation for solar companies. **Decision Support Systems**, [s. l.], v. 81, p. 12–19, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923615001980>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

WANG, D. Benchmarking the Performance of Solar Installers and Rooftop Photovoltaic Installations in California. **Sustainability**, [s. l.], v. 9, n. 8, p. 1403, 2017. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/9/8/1403>>

WANG, J.-J. et al. Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 13, n. 9, p. 2263–2278, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109001166>>

WANG, Z. et al. Distributed energy system for sustainability transition: A comprehensive assessment under uncertainties based on interval multi-criteria decision making method by coupling interval DEMATEL and interval VIKOR. **Energy**, [s. l.], v. 169, p. 750–761, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421832471X>>

WILDE, M. The sustainable housing question: On the role of interpersonal, impersonal and professional trust in low-carbon retrofit decisions by homeowners. **Energy Research & Social Science**, [s. l.], v. 51, p. 138–147, 2019.

WILSON, F. R.; PAN, W.; SCHUMSKY, D. A. Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio. **Measurement and Evaluation in Counseling and Development**, [s. l.], v. 45, n. 3, p. 197–210, 2012. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84861399999&doi=10.1177%2F0748175612440286&partnerID=40&md5=0a3a52d187bab51229e4f4f11aaff3c0>>

WISER, R. et al. Analyzing historical cost trends in California's market for customer-sited photovoltaics. **Progress in photovoltaics**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 69–85, 2007. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/pip.726>>

WOLSKE, K. S.; STERN, P. C.; DIETZ, T. Explaining interest in adopting residential solar photovoltaic systems in the United States: Toward an integration of behavioral theories. **Energy Research & Social Science**, [s. l.], v. 25, p. 134–151, 2017.

XIE, Y. et al. An Extended Pythagorean Fuzzy Approach to Group Decision-Making with Incomplete Preferences for Analyzing Balanced Scorecard-Based Renewable Energy Investments. **IEEE Access**, [s. l.], v. 9, p. 43020–43035, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102635231&doi=10.1109%2FACCESS.2021.3065294&partnerID=40&md5=7ec042ee0af4b9bb9ba22bed4b5ac0bc>>

YAZDI, M. et al. Improved DEMATEL methodology for effective safety management decision-making. **Safety Science**, [s. l.], v. 127, p. 104705, 2020.

YUAN, J. et al. Evaluating cognitive balanced scorecard-based quality improvement strategies of energy investments with the integrated hesitant 2-tuple interval-valued Pythagorean fuzzy decision-making approach to QFD. **IEEE Access**, [s. l.], v. 8, p. 171112–171128, 2020. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85099056286&doi=10.1109%2FACCESS.2020.3023330&partnerID=40&md5=fe6cd60f8a593dc0e145626baf2d8e27>>

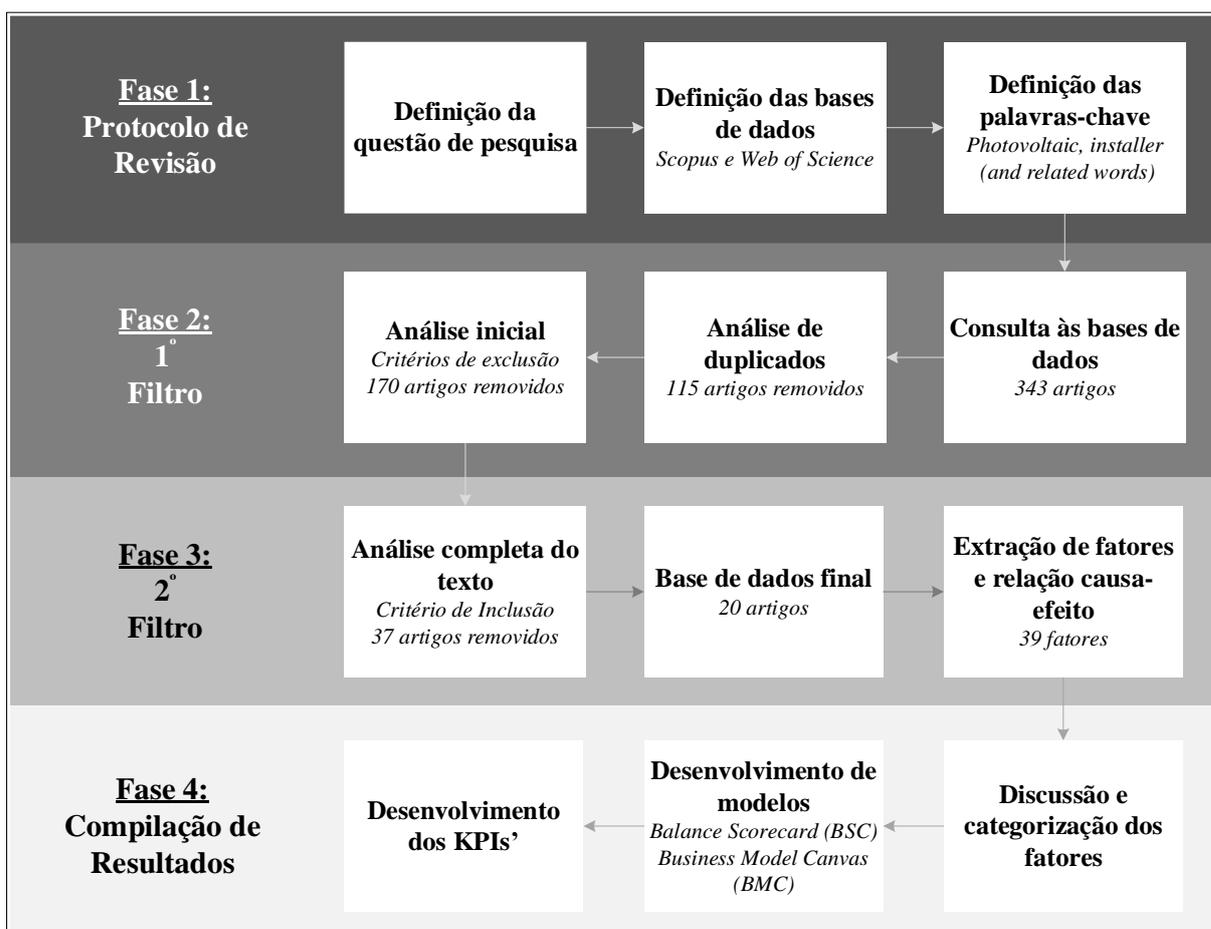
YÜKSEL, S. et al. Strategy Development to Improve the Business Performance of Nuclear Energy Companies. **Contributions to Management Science**, [s. l.], p. 33–46, 2021. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105121614&doi=10.1007%2F978-3-030-72288-3_3&partnerID=40&md5=bd7a2fb4a86c20a91039696f579fb4d7>

ZANJIRCHI, S. M. et al. Promotion of solar energies usage in Iran: A scenario-based road map. **Renewable Energy**, [s. l.], v. 150, p. 278–292, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148119317975>>

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE REVISÃO DA LITERATURA

A Figura 16 apresenta os passos da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) que percorreram quatro fases. Uma RSL é composta por um protocolo de revisão que segue um sistema que permita a replicabilidade da pesquisa por outros autores (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2014). O protocolo de revisão foi elaborado na fase 1. O primeiro passo foi o desenvolvimento da questão de pesquisa: *What are the Competitiveness Factors for Installers of Photovoltaic Power Generation Systems?* Duas bases de dados de artigos científicos relevantes foram selecionadas: *Scopus* e *Web of Science*. Essas bases de artigos indexam ampla gama de periódicos de alta qualidade, abrangendo as principais editoras (*Elsevier, Emerald, Springer, Taylor & Francis, IEEE, and Wiley*) (VIEIRA; AMARAL, 2016).

Figura 16 – Fluxograma da revisão sistemática da literatura



Leituras iniciais sobre o tema resultaram na seleção de palavras chave relacionadas a questão de pesquisa. Pesquisas piloto foram realizadas para apurar as palavras-chave na *string* de pesquisa em um processo de tentativa e erro. Esse processo resultou na seguinte frase de pesquisa booleana: *TITLE-ABS-KEY* (“renewable” OR “sustainable” OR “clean” OR “solar” OR “photovoltaic”) AND (“energy”) AND (“installer” AND “intermediaries” AND “solar companies” AND “integrators”). Sendo que os sinônimos cuja inclusão não adicionavam artigos foram desconsiderados na *string* final. A estratégia de busca nas bases foram os metadados “Title” “Abstract” and “Keywords”, sem restrição de período, e artigos publicados em periódicos e conferências.

Na segunda fase da pesquisa foi executado o protocolo de revisão nas bases de dados e a primeira filtragem de artigos. A execução da *string* na *Web of Science* resultou em 129 artigos e na *Scopus* em 214 artigos, somando 343. Utilizando o gerenciador de referências Mendeley, 115 artigos foram identificados como duplicados e excluídos, restando um total de 228 para revisão. O processo do primeiro filtro consistiu na leitura dos títulos e resumos de todos artigos com o intuito de separar os artigos aspirantes a apresentar algum fator de competitividade de instaladoras de energia FV daqueles que não agregam nenhuma informação relevante à investigação.

Esse processo foi realizado respondendo às seguintes questões de filtragem: O artigo aborda energia renovável/sustentável/limpa ou, mais especificamente, a energia solar? (R: Sim/Não); O artigo aborda de algum modo as instaladoras dessas fontes de energia? (R: Sim/Não). Se ao menos uma das respostas dessas perguntas foi “Não”, o artigo foi excluído da amostra. Esse processo resultou em 58 artigos, pois a maior parte dos artigos retornados não condiziam com o tema abordado pelas palavras-chave, evidenciando a lacuna de pesquisa quanto as empresas de instalação desses sistemas de geração de energia. Os estudos que permanecerem para a próxima fase da revisão tratam da perspectiva das instaladoras no que cerca o tema de geração de energia renovável.

Na terceira fase aplicou-se a segunda filtragem nos artigos por meio da leitura completa dos 58 artigos, em busca de discussões e conclusões acerca de fatores que impactam na competitividade de uma empresa instaladora de energia e aspectos dos seus modelos de negócios (principalmente FV, mas coube estudos de demais fontes quando ocorreu a possibilidade de seus fatores serem generalizados). Excluiu-se 37 artigos não apresentaram nenhum fator pertinente a questão de pesquisa. A lista final de artigos que permaneceram após o segundo filtro foi 20. Com a leitura destes estudos foram extraídos 39 fatores. Os 20 artigos são referenciados no Capítulo 0 quando os fatores são explicados. Quando os artigos utilizaram

algum termo recorrente na discussão, argumentação, conclusão, em variáveis de análise, em entrevistas ou questionários, este foi selecionado como um fator. A relação de causa e efeito entre fatores também foi extraída e está melhor explicada na próxima seção. Na quarta fase os fatores foram categorizados e organizados conforme duas metodologias: **Business Model Canvas (BMC)**, referente a organização da Capítulo 2 e **Balance Scorecard (BSC)**, referente a organização do Capítulo 3.

Fatores no BMC e revisão da literatura cinza

Para a concepção do modelo *Business Model Canvas* (BMC) foi usada uma combinação de pesquisas: Revisão sistemática da literatura (explicada na seção anterior); Revisão da literatura cinza; uma pesquisa em catálogos de instaladores fotovoltaicos online; uma pesquisa nos sites dos instaladores de PV.

O levantamento da literatura cinza corresponde à investigação de informações sobre o setor, como estudos da empresa de pesquisa e consultoria Greener (GREENER, 2021a), estatísticas da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021a), e dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2021, 2022). A pesquisa em catálogos de instaladores fotovoltaicos online e sites de instaladores fotovoltaicos permitiu entender as características atuais dos instaladores brasileiros. Além disso, dados de catálogo de plataformas de instaladores fotovoltaicos também apresentavam informações de negócios. Os catálogos consultados são:

- Lista de empresas integradoras, consultores, projetos e instalações fotovoltaicas no Portal Solar (PORTAL SOLAR, 2021);
- Lista dos membros da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2021);
- Guia de empresas integradoras, de consultorias, projetos e instalações fotovoltaicas da Revista FotoVolt (REVISTA FOTOVOLT, 2021a); e
- Catálogo internacional da ENF Solar, na categoria Instaladores de Sistemas Solares no Brasil (ENF SOLAR, 2021).

O catálogo de integradores da Revista FotoVolt (REVISTA FOTOVOLT, 2021a) apresentou informações relevantes sobre os instaladores, como especialidade dos instaladores, histórico de instalações, serviços oferecidos e clientes. Os dados foram publicados em fevereiro de 2020 e continham a seguinte observação: “Os dados dos instaladores contidos neste guia foram fornecidos pelos próprios, totalizando 2.752 empresas”. Extraiu-se as informações desta

plataforma, verificando nos sites das empresas. Assim, a amostra do estudo foi de 548 instaladores fotovoltaicos operando no Brasil. Demais resultados dessa pesquisa estão publicados no periódico *Renewable Energy* (RIGO et al., 2021).

Após a análise dos 39 fatores da RSL e dos demais itens observados na revisão da literatura cinza foi possível desenvolver o BMC. BMC é uma metodologia que visa analisar uma nova ideia de negócio e conceptualizá-la no contexto de uma empresa (DORNELAS, 2020). Nove itens compõem o BMC e seu desenvolvimento deve seguir a sequência de componentes. O processo de pensamento em relação ao BCM promove o desenvolvimento de um BMC competitivo. As categorias e itens do BMC e suas respectivas referências podem ser visualizadas no Quadro 11.

Quadro 11 – Componentes do *Business Model Canvas* e as referências

Categoria do BMC	Item do BMC	Referência da RSL	Referência da Literatura Cinza
Proposta de Valor	Processo de integração (projeto, suplementos e instalação)	(SINITSKAYA et al., 2020);(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (WILDE, 2019)	(GREENER, 2021a);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Projetos Básico e Executivo	(SINITSKAYA et al., 2020);(MIGNON; BROUGHEL, 2020);	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Consultoria de viabilidade econômica e técnica (estimativas avançadas de geração de eletricidade, análise de sombreamento e avaliação qualificada da estrutura da instalação)	(SINITSKAYA et al., 2020);(MIGNON; BROUGHEL, 2020);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018)	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Assistência pós-venda e garantia de serviço	(WILDE, 2019);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(BAO et al., 2019);(WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)	(GREENER, 2021a);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Obter licenças regulatórias (registro do sistema fotovoltaico na concessionária de energia)	(SINITSKAYA et al., 2020);(MIGNON; BROUGHEL, 2020); (TSOUTSOS et al., 2013b);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018)	(GREENER, 2021a);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Serviços de operação e manutenção (limpeza, revisão de estruturas de fixação e verificação de falhas de cabo, sistemas de segurança, inversor e módulos)	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018)	(GREENER, 2021a);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Assistência na obtenção de financiamento	(SINITSKAYA et al., 2020); (MIGNON; BROUGHEL, 2020); (HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(TSOUTSOS et al., 2013b)	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)

Categoria do BMC	Item do BMC	Referência da RSL	Referência da Literatura Cinza
	Linha de financiamento própria	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(SINITSKAYA et al., 2020);(BAO et al., 2019);(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)	-
Segmento de Clientes	Proprietários de residências	-	(ANEEL, 2022);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Comércios	-	(ANEEL, 2022);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Indústrias	-	(ANEEL, 2022);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Prédios públicos	-	(ANEEL, 2022);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Propriedades rurais	-	(ANEEL, 2022);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Empresas de energia elétrica (concessionárias, permissionárias e distribuidoras)	-	(ANEEL, 2022);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Empreendedor da área de energia	-	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Cooperativas	-	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Grande comércio (shopping center; estádios / clubes, hotel)	-	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Grande indústria	-	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
Canais	Localização da sede	(SINITSKAYA et al., 2020);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(TSOUTSOS et al., 2013b);(O'SHAUGHNESSY, 2019);(O'SHAUGHNESSY; NEMET; DARGHOUTH, 2018);(NEMET et al., 2017)	-
	Filiais	(SINITSKAYA et al., 2020);(TSOUTSOS et al., 2013b)	-
	<i>E-commerce/market-place</i>	-	(GREENER, 2021a)
	Vendedores/representantes comerciais	-	(GREENER, 2021a)
	Website, E-mail, Telefone, aplicativos de mensagens	-	(GREENER, 2021a)
	Plataformas de catálogos de instaladores	(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)	
	Participação em conferências e <i>showroom</i>	(SINITSKAYA et al., 2020)	(GREENER, 2021a)

Categoria do BMC	Item do BMC	Referência da RSL	Referência da Literatura Cinza
	Exposições de sistemas fotovoltaicos instalados para clientes potenciais vizinhos	(SINITSKAYA et al., 2020);(WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)	-
	Boca a boca (<i>Word-of-mouth</i>)	-	(GREENER, 2021a)
	Transparência do processo	(SINITSKAYA et al., 2020);(WILDE, 2019);(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)	-
	Informar o cliente sobre a tecnologia de forma adequada	(WILDE, 2019);(WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)	-
	Garantia de serviço por escrito	(WILDE, 2019);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(BAO et al., 2019);(WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)	(GREENER, 2021a)
	Relacionamento do pós-venda	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)	(GREENER, 2021a)
	Projeto bem informado	(SINITSKAYA et al., 2020);(MIGNON; BROUGHEL, 2020);(WILDE, 2019);	-
	Avaliações de clientes da web	(BAO et al., 2019)	-
	Reclamações e falhas relatadas de sistemas operacionais	(BAO et al., 2019)	(GREENER, 2021a)
Fluxos de Receitas	Serviços de instalação	(BAO et al., 2019);(O'SHAUGHNESSY et al., 2019);(NEMET et al., 2017)	(GREENER, 2021a)
	Vendas de projetos (análise técnica e econômica)	(MIGNON; BROUGHEL, 2020);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(O'SHAUGHNESSY, 2019);(NEMET et al., 2017);(WANG, 2017)	(GREENER, 2021a)
	Vendas de serviços de Operação e Manutenção	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);	(GREENER, 2021a)
	Comissão de produtos e distribuição de equipamentos	-	(GREENER, 2021a)
	Vendas de estruturas de fixação	-	(GREENER, 2021a)
	Vendas de cursos para formar instaladores	-	-
	Gestão de usinas fotovoltaicas cooperativas	-	-
	Vendas de franquias da marca da empresa.	-	-
Recursos Chave	Experiência da empresa instaladora	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(MIGNON; BROUGHEL, 2020);(HANNA; LEACH;	(GREENER, 2021a);(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)

Categoria do BMC	Item do BMC	Referência da RSL	Referência da Literatura Cinza
		TORRITI, 2018);(O'SHAUGHNESSY et al., 2019); (O'SHAUGHNESSY, 2019);(NEMET et al., 2017)	
	Tamanho da empresa e qualidade da infraestrutura	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(SINITSKAYA et al., 2020);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(O'SHAUGHNESSY, 2019); (NEMET et al., 2017);(WANG, 2017)	-
	Armazém para equipamentos de instalação, estruturas de fixação e equipamentos de sistema fotovoltaico	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(SINITSKAYA et al., 2020);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(O'SHAUGHNESSY, 2019); (NEMET et al., 2017);(WANG, 2017)	-
	Equipes de trabalho qualificadas (projetos, instaladores, compradores, vendas e equipes de gerenciamento)	(TSOUTSOS et al., 2013b);(TSOUTSOS et al., 2013a);(BARBOSA et al., 2000);(WANG; CHUANG, 2016)	(GREENER, 2021a)
	Software de gestão		(GREENER, 2021a)
	Software de projetos		(GREENER, 2021a)
	Certificação da empresa instaladora	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(TSOUTSOS et al., 2013b);(TSOUTSOS et al., 2013a);(BARBOSA et al., 2000)	-
Atividades Chave	Gestão de compras: tecnologia, fornecedores de insumos e seleção de logística	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(MIGNON; BROUGHEL, 2020);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(BAO et al., 2019);(WANG, 2017)	-
	Desenvolvimento do projeto: estimativas avançadas, tempo, recursos	(SINITSKAYA et al., 2020); (MIGNON; BROUGHEL, 2020); (BAO et al., 2019);(BLACK, 2007)	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Instalação fotovoltaica: tempo, recursos, avaliação da estrutura de instalação ou terreno	(SINITSKAYA et al., 2020)	(REVISTA FOTOVOLT, 2021a)
	Serviços de operação e manutenção	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);	(GREENER, 2021a)
	Equilíbrio dos interesses das partes interessadas	(SINITSKAYA et al., 2020); (MIGNON; BROUGHEL, 2020)	-
	Atividades P&D	(WANG; CHUANG, 2016)	-
	Treinamento de funcionários	(TSOUTSOS et al., 2013b);(TSOUTSOS et al., 2013a);(WANG; CHUANG, 2016)	-
	Atividades de Marketing	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(MIGNON; BROUGHEL, 2020);(HANNA; LEACH;	(GREENER, 2021a)

Categoria do BMC	Item do BMC	Referência da RSL	Referência da Literatura Cinza
		TORRITI, 2018);(WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)	
Parceiros Chave	Fornecedores e distribuidores: inversor, módulos, cabeamento, estruturas de fixação, sistemas de segurança	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(MIGNON; BROUGHEL, 2020)	(GREENER, 2021a)
	Escritórios de engenharia, arquitetura, empreiteiros	-	(GREENER, 2021a)
	Empresa local de energia elétrica	(SINITSKAYA et al., 2020)	-
	Empresas subcontratadas	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018)	(GREENER, 2021a)
	Governantes locais	(MIGNON; BROUGHEL, 2020)	-
	Outros instaladores com habilidades diferentes	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)	-
	Consultores de vendas	(BLACK, 2007)	-
	Associações fotovoltaicas internacionais e nacionais	-	(GREENER, 2021a)
	Clientes satisfeitos	-	(GREENER, 2021a)
Estrutura de Custos	Salários da equipe e comissão dos vendedores	(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)	-
	Custos de infraestrutura de escritório e armazém	(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)	-
	Custos com viagens da equipe	(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)	-
	Marketing	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016);(MIGNON; BROUGHEL, 2020);(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018);(WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)	-
	Despesas com P&D	(WANG; CHUANG, 2016)	-

Relações de causa e efeito no modelo BSC baseado na literatura

Todas as relações de causa e efeito do BSC foram identificadas e podem ser visualizadas na Figura 17, seguindo o padrão: os números são as referências que indicam uma relação entre as dimensões; o símbolo (-) indica que não foram encontradas relações entre as dimensões na literatura; o símbolo (+) refere-se as relações que não foram encontradas na literatura mas que foram adicionadas no BSC por entender que elas existem e são significativas e; o símbolo (ø) indica as relações não contempladas pelo modelo BSC, devido a hierarquia entre as perspectivas, entende-se que a relação não pula perspectivas, mas sim, os impactos dos fatores são cumulativos .

Figura 17 – Artigos que destacaram relações de causa e efeito

	Aprendizagem e Crescimento		Processos Internos				Clientes				Financeira	
	L2 Infraestrutura	L3 Capital Humano	I1 Projetos	I2 Instalação	I3 Gestão de Compras	I4 Gestão de Stakeholders	C1 Imagem	C2 Opções de pagamento	C3 Relacionamento	C4 Monitoramento	F1 Vendas de Sistemas	F2 Vendas de Serviços
	L1 - Capital Organizacional	-	-	[1]; [2]; [3]; [4]; [5].	[1]; [6]; [2]; [3]; [4]; [5].	[6]; [7]; [5].	[8]; [6]; [7].	∅	∅	∅	∅	∅
	L2 - Infraestrutura	-	[9]; [4].	[9]; [4].	[10]; [6]; [7].	[1]; [6]; [7].	∅	∅	∅	∅	∅	∅
		L3 - Capital Humano	[1]; [5]; [6]; [11]; [3].	[1]; [6]; [11]; [3]; [12].	[8]; [6]; [3]; [5].	[6]; [7].	∅	∅	∅	∅	∅	∅
			I1 - Projetos	-	[8]; [1]; [7]; [5].	-	[13]; [5].	-	[1]; [6]; [13]; [5]; [14].	-	∅	∅
				I2 - Instalação	[8]; [1]; [6]; [3].	-	[13];	-	[1]; [6]; [13]; [5]; [14].	[1]; [3]; [5].	∅	∅
					I3 - Gestão de Compras	[1]; [6]; [7].	-	-	-	-	∅	∅
						I4 - Gestão de Stakeholders	[8]; [13].	[8]; [7].	[8].	+	∅	∅
							C1 - Imagem	-	-	-	[8]; [15]; [1]; [6]; [3]; [13]; [5]; [14].	+
								C2 - Opções de pagamento	-	-	[1]; [6]; [13]; [5].	+
									C3 - Relacionamento	-	[8]; [15]; [1]; [13]; [5]; [16].	+
										C4 - Monitoramento	[5].	+
											F1 - Vendas de Sistemas	-
Legenda:						[7]	(GABRIEL; KIRKWOOD, 2016)					
	-	Relação não observada na literatura				[8]	(MIGNON; EBERS BROUGHEL, 2020)					
	∅	Relação não permitida pelo modelo BSC				[9]	(O'SHAUGHNESSY; NEMET; DARGHOUTH, 2018)					
	+	Relação não observada na literatura, mas sugerida por este estudo				[10]	(O'SHAUGHNESSY, 2019)					
	[1]	(SINITSKAYA et al., 2020)				[11]	(TSOUTSOS et al., 2013a)					
	[2]	(WANG; CHUANG, 2016)				[12]	(BARBOSA et al., 2000)					
	[3]	(TSOUTSOS et al., 2013b)				[13]	(WILDE, 2019)					
	[4]	(WANG, 2017)				[14]	(WOLSKE; STERN; DIETZ, 2017)					
	[5]	(BAO et al., 2019)				[15]	(O'SHAUGHNESSY et al., 2019)					
	[6]	(HANNA; LEACH; TORRITI, 2018)				[16]	(BLACK, 2007)					

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIOS

O primeiro Questionário 1 trata da coleta de dados com os gestores das instaladoras acerca da importância dos objetivos estratégicos, bem como, as características de suas respectivas empresas. Foi nos dados objetivos obtidos por este questionário que o método CVR foi aplicado. O Questionário 2 trata da coleta de dados com os especialistas sobre o julgamento das relações de influência entre os objetivos estratégicos. Foi nos dados obtidos por este segundo questionário que o método DEMATEL foi aplicado.

Questionário 1 – Gestores das instaladoras

Seção 1: Apresentação

Título: Objetivos Estratégicos para a Competitividade das Instaladoras de Sistemas Fotovoltaicos

Descrição: Gostaria de convidá-lo a participar de uma pesquisa conduzida pela estudante de doutorado Paula Donaduzzi Rigo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pertencente ao Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC), e pelos Professores Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk e Dr. Daniel Pacheco Lacerda.

O objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo para avaliação do potencial competitivo das instaladoras de sistemas fotovoltaicos.

As instaladoras vão contribuir com a sua opinião acerca dos objetivos estratégicos selecionados para elevar a competitividade de suas empresas.

Ao término dessa pesquisa, será possível disponibilizar às instaladoras um modelo para avaliarem seu potencial competitivo, além de permitir a comparação de seus aspectos competitivos às demais instaladoras da região, anonimamente.

O vídeo apresenta o estudo e o questionário:

https://www.youtube.com/watch?v=49d5bQm2T9w&ab_channel=PaulaDonaduzziRigo

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

Seção 2: Importância dos objetivos estratégicos

A metodologia utilizada por este estudo considera a visão sistemática de causa e efeito de objetivos estratégicos de uma empresa para atingir um objetivo final. Considerando essa relação hierárquica, os objetivos estratégicos para elevar a competitividade da sua empresa instaladora estão divididos em quatro perspectivas, na seguinte ordem:

- Perspectiva de Aprendizagem e Crescimento;
- Perspectiva de Processos Internos;
- Perspectiva de Clientes; e
- Perspectiva Financeira.

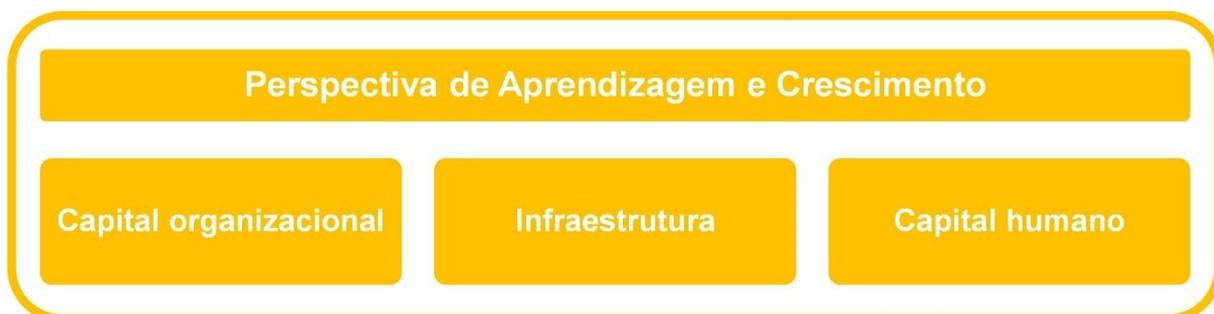
Você responderá se o objetivo estratégico é:

- Essencial para a competitividade de sua empresa
- Importante, mas não é essencial para a competitividade de sua empresa
- Não é importante para a competitividade de sua empresa
- Não se aplica à proposta de valor de sua empresa

Considere como **COMPETITIVIDADE** a capacidade em **VENDER SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**.

Considere a venda de qualquer modalidade ou tamanho de sistemas fotovoltaicos: grandes usinas (Geração Centralizada, comercialização ACR, ACL), sistemas on-grid (Micro e Minigeração Distribuída) e off-grid (Sistemas híbridos e armazenamento).

Perspectiva de Aprendizagem e Crescimento



A perspectiva de Aprendizagem e Crescimento visa desenvolver objetivos e medidas para orientar o aprendizado e crescimento da empresa, oferecendo a infraestrutura para atingir resultados excelentes nas demais três perspectivas. Avalie o grau de importância que cada objetivo estratégico tem para o sucesso competitivo da sua empresa instaladora de sistemas fotovoltaicos.

Marcar apenas uma coluna por linha.

Objetivos estratégicos da perspectiva de aprendizagem e crescimento

Objetivo Estratégico	Essencial	Importante, mas não essencial	Não é importante	Não se aplica
Ser reconhecida como uma empresa experiente em instalação de sistemas fotovoltaicos				
Realizar investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento, seja dentro da empresa ou por meio de parcerias com universidades e institutos de pesquisa				
Manter ou obter certificações que envolvem a atividade de instalação de sistemas elétricos				
Manter-se informado e atualizado sobre os subsídios e linhas de crédito				
Participar de Associações ligadas ao setor				
Expandir a área geográfica operacional da empresa				
Expandir o tamanho da empresa, como número de postos de trabalho, capacidade de estoque e aquisição de ferramentas e veículos				
Aumentar o número de equipes disponíveis para realizar trabalhos qualificados na empresa				
Reduzir a frequência das mudanças de pessoas chave				
Desenvolver treinamentos periódicos com as equipes de projetos, instalação e vendas				

Perspectiva de Processos Internos



A perspectiva de Processos Internos compõe as atividades mais críticas executadas na empresa que possibilitam a realização dos objetivos dos clientes. Avalie o grau de importância que cada objetivo estratégico tem para o sucesso competitivo da sua empresa instaladora de sistemas fotovoltaicos.

Marcar apenas uma coluna por linha.

Objetivos estratégicos da perspectiva de processos internos

Objetivo Estratégico	Essencial	Importante, mas não essencial	Não é importante	Não se aplica
Garantir que o sistema é uma solução adequada para o cliente, realizando cálculos avançados com a avaliação personalizada para cada cliente				
Realizar avaliações qualificadas da estrutura que receberá o sistema, com o envio de profissionais qualificados para avaliação dos telhados ou terrenos				
Desenvolver projetos detalhados que sejam facilmente compreendidos pelos clientes				
Tornar o processo de desenvolvimento do projeto mais rápido				
Obter as licenças regulatórias de operação dos sistemas fotovoltaicos em um curto espaço de tempo				
Aprimorar a eficiência do processo de instalação, como a quantidade de pessoas, recursos e tempo envolvidos				
Garantir a qualidade das empresas subcontratadas				
Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia				
Melhorar continuamente o processo de seleção de fornecedores e proteger o fornecedor fiel				
Melhorar continuamente o processo de selecionar a logística da entrega dos sistemas, considerando o preço, o tempo de entrega e a confiabilidade				
Priorizar os interesses de todas as partes: clientes, vizinhos, município, fornecedores				
Transformar os vizinhos dos clientes em clientes				
Promover benchmarking (melhores práticas) com outras empresas instaladoras				

Perspectiva de Clientes



A perspectiva Clientes corresponde ao segmento de clientes e mercado que a empresa deseja competir. Avalie o grau de importância que cada objetivo estratégico tem para o sucesso competitivo da sua empresa instaladora de sistemas fotovoltaicos.

Marcar apenas uma coluna por linha.

Objetivos estratégicos da perspectiva de clientes

Objetivo Estratégico	Essencial	Importante, mas não essencial	Não é importante	Não se aplica
Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável				
Aumentar a visibilidade da empresa e o conhecimento popular de energia fotovoltaica				
Ter uma linha de financiamento da própria empresa para oferecer aos clientes				
Ter várias opções de pagamento para os clientes				
Assegurar transparência aos clientes por meio de processo detalhado que ilustre o status efetivo das etapas de instalação do sistema de geração				
Garantir a qualidade do projeto e instalação aos clientes em contrato				
Expandir o relacionamento com o cliente por meio de serviços de operação e manutenção				
Manter um bom relacionamento com corretores de sistemas fotovoltaicos, um profissional intermediário que trabalha para o consumidor final				
Controlar e resolver reclamações de clientes ou falhas de sistemas instalados pela empresa				
Manter um bom relacionamento com o cliente no pós-venda				

Perspectiva Financeira



A perspectiva Financeira mede a eficácia das três perspectivas anteriores. Os objetivos e medidas financeiras devem desempenhar duas funções, definir a meta financeira da empresa e servir como meta principal para todas as demais medidas. Avalie o grau de importância que cada objetivo estratégico tem para o sucesso competitivo da sua empresa instaladora de sistemas fotovoltaicos.

Marcar apenas uma coluna por linha.

Objetivos estratégicos da perspectiva financeira

Objetivo Estratégico	Essencial	Importante, mas não essencial	Não é importante	Não se aplica
Manter o preço final do sistema fotovoltaico competitivo quando comparado as instaladoras concorrentes				
Aumentar as vendas de sistemas fotovoltaicos				
Diversificar as vendas de sistemas fotovoltaicos por classe e tamanho do cliente				
Aumentar as vendas de serviços de operação e manutenção				
Aumentar as vendas de projetos e demais serviços oferecidos pela empresa				

Você tem alguma sugestão de objetivo estratégico que seja essencial para o sucesso competitivo de uma empresa instaladora, mas que não foi mencionado nesta pesquisa?

Seção 3: Modelo de negócios da empresa instaladora

Sua empresa trabalha exclusivamente com a instalação de sistemas fotovoltaicos?

- Sim
- Outra: _____

Há quantos anos sua empresa atua no setor fotovoltaico?

- Resposta: _____

Qual o Estado em que a matriz de sua empresa instaladora se localiza?

- Resposta: _____

Sua empresa instaladora é?

- Uma franqueadora
- Uma franqueada
- Uma empresa com uma matriz e várias filiais
- Uma empresa com apenas uma unidade
- Outra: _____

Se sua empresa é uma franqueadora ou se possui várias filiais, qual é o número de unidades?

- Resposta: _____

Considerando a proposta de valor de sua empresa, quais são os serviços oferecidos aos clientes?

- Integração completa (projeto, compra de equipamentos e instalação)
- Projetos básico e executivo do sistema fotovoltaico
- Consultoria de viabilidade econômica e técnica
- Assistência para obtenção de financiamentos
- Obtenção das licenças regulatórias (registro do sistema fotovoltaico)
- Obtenção da Licença de Operação emitida pela ANEEL
- Assistência de pós-venda e garantia de serviço
- Serviços de operação e manutenção
- Linha de financiamento própria para os clientes
- Serviço de gestão de consórcios e cooperativas de usinas fotovoltaicas
- Cursos para formação de instaladores
- Distribuição de equipamentos para outras instaladoras
- Outra opção: _____

Qual o volume acumulado de potência instalada pela sua empresa em sistemas fotovoltaicos?

- Resposta: _____

Quantidade de funcionários diretos que trabalham em sua empresa:

- Resposta: _____

Estado(s) que a sua empresa instaladora já efetuou instalações de sistemas fotovoltaicos:

- Acre
- Alagoas
- Amapá
- Amazonas
- Bahia
- Ceará
- Espírito Santo
- Goiás
- Maranhão
- Mato Grosso
- Mato Grosso do Sul
- Minas Gerais
- Pará
- Paraíba
- Paraná
- Pernambuco
- Piauí
- Rio de Janeiro
- Rio Grande do Norte
- Rio Grande do Sul
- Rondônia
- Roraima
- Santa Catarina
- São Paulo
- Sergipe
- Tocantins
- Distrito Federal

Quais classes de clientes que sua empresa já atendeu com a integração de sistemas fotovoltaicos ou grandes usinas fotovoltaicas?

Marque quantas células quiser

	Grandes usinas (Geração Centralizada ou Mercado Livre)	On-grid (Geração Distribuída)	Off-grid (armazenamento ou sistemas híbridos)
Residencial			
Comercial			
Industrial			
Rural			
Governamental (prefeituras, prédios públicos e etc.)			
Empresas de geração, transmissão e/ou distribuição de energia elétrica			

A sua empresa instaladora pertence a um grupo de empresas de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica, como uma concessionária, permissionária ou distribuidora de energia elétrica?

- Sim
- Não

Quais as tendências de mercado que sua empresa pretende seguir?

Marque quantas células quiser.

- Armazenamento de energia elétrica
- Carros elétricos
- Gestão de consórcios e cooperativas de usinas fotovoltaicas
- Parcerias público-privadas para usinas fotovoltaicas
- Negociação livre de energia por meio de Energy Cloud e Blockchain
- Outra: _____

Caso não tenha oposição, insira o nome de sua empresa instaladora para o conhecimento interno da equipe da pesquisa:

- Resposta: _____

Seção 4: Informações do respondente

Sexo:

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não declarar

Qual o seu cargo ou atividade na empresa?

- Resposta: _____

Há quanto tempo você trabalha no setor?

- Resposta: _____

Qual a sua formação?

- Resposta: _____

Se tiver interesse em receber os resultados da pesquisa, insira seu nome e e-mail.

- Resposta: _____

Questionário 2 – Especialistas

Seção 1: Apresentação

Título: Objetivos Estratégicos para a Competitividade das Instaladoras de Sistemas Fotovoltaicos

Descrição: Gostaria de convidá-lo(a) a participar de uma pesquisa conduzida pela estudante de doutorado Paula Donaduzzi Rigo da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pertencente ao Núcleo de Inovação e Competitividade (NIC), e pelos Professores Dr. Julio Cezar Mairesse Siluk e Dr. Daniel Pacheco Lacerda.

O objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo para avaliação do potencial competitivo das instaladoras de sistemas fotovoltaicos.

Iniciamos esta pesquisa com uma Revisão Sistemática da Literatura para extrair fatores competitivos de empresas instaladoras de energias renováveis, somada a uma avaliação dos modelos de negócios existentes para este segmento de empresas no Brasil (Resultados publicados na *Renewable Energy*, DOI: 10.1016/j.renene.2021.09.031). "

Então, o modelo *Balanced Scorecard* (BSC) foi utilizado para apoiar o desenvolvimento de objetivos estratégicos e indicadores que mensuram esses fatores (Resultados publicados na *Solar Energy*, DOI: 10.1016/j.solener.2022.02.017) "

Após o desenvolvimento dos objetivos estratégicos, utilizamos o método *Content Validity Ratio* (CVR) para extrair apenas os objetivos estratégicos essenciais, avaliados por 51 gestores de instaladoras.

Na atual etapa desta pesquisa, nós convidamos especialistas em gestão, competitividade ou negócios em energia para apontar as relações de influência entre esses objetivos estratégicos. Ou seja, as relações de causa e efeito entre os objetivos estratégicos do BSC.

Seção 2: Relação de influência entre os objetivos estratégicos

A metodologia utilizada por este estudo considera a visão sistemática de causa e efeito de objetivos estratégicos de uma empresa para atingir um objetivo final. Neste caso, o objetivo final é a **COMPETITIVIDADE**, traduzida na capacidade em **VENDER SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**. Considerando essa relação hierárquica, os objetivos estratégicos para elevar a competitividade da empresa instaladora estão divididos em quatro perspectivas, na seguinte ordem:

- Perspectiva de Aprendizagem e Crescimento
- Perspectiva de Processos Internos
- Perspectiva de Clientes
- Perspectiva Financeira.

Você responderá a intensidade da influência que um objetivo estratégico tem perante o outro, considerando a seguinte escala

- 0 Se a relação for sem influência
- 1 Se a relação for de baixa influência
- 2 Se a relação for de média influência
- 3 Se a relação for de alta influência
- 4 Se a relação for de muito alta influência

Insira uma intensidade de influência da escala acima apenas nas **CELULAS COLORIDAS** da Figura 18.

APÊNDICE C – PLANILHA PARA AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE

Perspectiva	Dimensão	Objetivo Estratégico	Key Performance Indicator (KPI)	Unidade	Índice do KPI	Peso do Objetivo	Peso do KPI	Meta	Mensuração da Meta	Atingimento da Meta do KPI	Desempenho do KPI na perspectiva	Objetivos de causa	Desempenho do KPI no sistema	Desempenho total da Perspectiva	
L Aprendizagem e Crescimento	L.1	Capital Organizacional	L.11 Ser reconhecida como uma empresa experiente em instalação de sistemas fotovoltaicos	L.11.1 Potência acumulada instalada pela empresa	MW	1	42,46%	42,46%	1000 MW	1000 MW	100%	42,46%	-	42,46%	
	L.1	Capital Organizacional	L.14 Manter-se informado e atualizado sobre os subsídios e linhas de crédito	L.14.1 Frequência de atualização das equipes sobre subsídios ou outros programas de incentivo, atualização de regulamentos e linhas de financiamento	Período	2	17,22%	17,22%	3 Meses	3 Meses	100%	17,22%	-	17,22%	
	L.3	Capital Humano	L.33 Desenvolver treinamentos periódicos com as equipes de projetos, instalação e vendas	L.33.1 Percentagem de funcionários que participaram de treinamento no último ano	%	3	40,32%	40,32%	100%	100%	100%	40,32%	-	40,32%	
I Processos Internos	I1	Projetos	I1.1 Garantir que o sistema é uma solução adequada para o cliente	I1.1.1 Calcular o retorno do investimento a partir dos preços esperados da eletricidade, usando taxas atualizadas	Binário	4	11,38%	5,69%	1	1	100%	5,69%	L33	5,69%	
			I1.2 Realizar avaliações qualificadas da estrutura de instalação	I1.2.1 Percentual de projetos encaminhados a profissional habilitado para avaliação da estrutura ou terreno para instalação	%	6	11,40%	11,40%	100%	100%	100%	11,40%	L33	11,40%	
			I1.4 Tornar o processo de desenvolvimento do projeto mais rápido	I1.4.1 Tempo médio de desenvolvimento para cada projeto	Horas	7	13,38%	13,38%	2 Horas	2 Horas	100%	13,38%	L11, L14, L33	13,38%	
			I2.1 Aprimorar a eficiência do processo de instalação	I2.1.1 Quantidade média de pessoas envolvidas na instalação de sistemas	Número	8	15,41%	7,71%	3 Pessoas	3 Pessoas	100%	7,71%	L11, L33	7,71%	
	I2	Instalação	I2.2 Garantir a qualidade das empresas subcontratadas	I2.2.1 Ter um procedimento operacional padrão para selecionar subcontratados	Binário	10	10,92%	10,92%	1	1	100%	10,92%	L11	10,92%	
			I3.1 Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia	I3.1.1 Quantidade de participações anuais em conferências para manter o relacionamento com a cadeia produtiva e inovações tecnológicas	Número	11	13,57%	6,79%	2 Eventos	2 Eventos	100%	6,79%	L11, L14, L33	6,79%	
			I3.2 Melhorar continuamente o processo de seleção de tecnologia	I3.2.1 Frequência de discussões internas sobre novas tecnologias	Período	12	6,79%	6,79%	3 Meses	3 Meses	100%	6,79%	L11, L14, L33	6,79%	
	I3	Gestão de Compras	I3.2 Melhorar continuamente o processo de seleção de fornecedores e proteger o fornecedor fiel	I3.2.1 Ter um Procedimento Operacional Padrão para selecionar fornecedores considerando qualidade, preço, tempo e nível de serviço	Binário	13	13,00%	6,50%	1	1	100%	6,50%	L11, L14, L33	6,50%	
			I3.2.2 Percentagem de fornecedores leais (por exemplo, fornecedores de painéis fotovoltaicos, inversores, cabos, caixas de correntes, estruturas e subcontratados)	%	14	6,50%	6,50%	100%	100%	100%	6,50%	L11, L14, L33	6,50%		
			I3.3 Melhorar continuamente o processo de decisão logística	I3.3.1 Ter um procedimento operacional padrão para selecionar os modos de logística, considerando o preço, o tempo de entrega e a confiabilidade	Binário	15	10,93%	10,93%	1	1	100%	10,93%	L11, L33	10,93%	
	C Clientes	C1	Imagem	C1.1 Ser reconhecida como uma empresa de qualidade e confiável	C1.1.1 Avaliação geral de clientes em sites de recomendação	1 a 5	16	20,23%	10,11%	5 Estrelas	5 Estrelas	100%	10,11%	I11, I12, I14, I21, I22, I31, I32, I33	10,11%
					C1.1.2 Quantidade acumulada de declarações coletadas de clientes satisfeitos	Número	17	10,11%	10,11%	10 Declarações	10 Declarações	100%	10,11%		10,11%
					C1.2.1 Investimento médio mensal em categorias de publicidade	R\$	18	3,20%	3,20%	500 Mil reais	500 Mil reais	100%	3,20%		3,20%
C1.2.2 O número de categorias de publicidade mensais usadas (TV, rádio, jornais, outdoors, anúncios na Internet, outros)					Número	19	3,20%	3,20%	4 Categorias	4 Categorias	100%	3,20%		3,20%	
C1.2 Aumentar a visibilidade da empresa e o conhecimento popular de energia FV				C1.2.3 Quantidade mensal de clientes que declararam conhecer a empresa por meio de mídias de publicidade	Número	20	15,98%	3,20%	50 Clientes	50 Clientes	100%	3,20%	I12, I14, I21, I31	3,20%	
				C1.2.4 Quantidade de plataformas de catálogos de instaladoras que a empresa está inserida e atualizada	Número	21	3,20%	3,20%	5 Plataformas	5 Plataformas	100%	3,20%		3,20%	
				C1.2.5 Quantidade mensal de solicitações de orçamentos	Número	22	3,20%	3,20%	80 Orçamentos	80 Orçamentos	100%	3,20%		3,20%	
				C3.2.1 Percentagem de sistemas entregues com um contrato de garantia de serviço	%	23	5,52%	5,52%	100%	100%	100%	5,52%		5,52%	
C3		Relacionamento	C3.2 Garantir a qualidade do projeto e instalação aos clientes	C3.2.2 O tempo de garantia contratual do sistema	Anos	24	16,57%	5,52%	15 Anos	15 Anos	100%	5,52%	I11, I12, I21, I22, I31, I32	5,52%	
				C3.2.3 Garantias extras oferecidas aos clientes (seguro do equipamento durante a instalação, contrato de garantia de geração / desempenho, seguro do equipamento após a instalação)	Número	25	5,52%	5,52%	3	3	100%	5,52%		5,52%	
				C3.4 Expandir o relacionamento com o cliente por meio de serviços de O&M	C3.4.1 A empresa oferece serviços de O&M	Binário	26	15,20%	15,20%	1	1	100%	15,20%	I21, I31	15,20%
				C4.1.1 O número acumulado de reclamações e falhas relatadas de sistemas em operação	Número	27	8,54%	8,54%	0	0	100%	8,54%		8,54%	
C4		Monitoramento	C4.1 Controlar e resolver reclamações de clientes ou falhas de sistema	C4.1.2 Percentagem de reclamações resolvidas	%	28	17,07%	8,54%	100%	100%	100%	8,54%	I21, I31, I32	8,54%	
				C4.2.1 Percentagem de clientes contatados pelo menos uma vez para saber se o sistema está funcionando conforme o esperado	%	29	7,48%	7,48%	100%	100%	100%	7,48%		7,48%	
				C4.2.2 Percentagem de clientes que retornaram para uma nova compra (ampliação do sistema ou serviços de manutenção)	%	30	14,95%	7,48%	25%	25%	100%	7,48%	I21, I31	7,48%	
				F1.2.1 Volume vendido no ano	MW	31	47,99%	23,90%	100 MW	100 MW	100%	23,90%	C11, C12, C32, C34, C41, C42	23,90%	
F Financeira	F2	Projetos	F2.2 Aumentar as vendas de Projetos	F2.2.1 Número cumulativo de vendas de projetos	Número	33	52,21%	26,10%	80 Projetos	80 Projetos	100%	26,10%	C11, C12, C32, C34, C41, C42	26,10%	
				F2.2.2 Taxa de crescimento das vendas de projetos por trimestre	%	34	26,10%	26,10%	10%	10%	100%	26,10%		26,10%	
Competitividade da Instaladora														100%	