

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E
SISTEMAS
NÍVEL MESTRADO**

FELIPE DE OLIVEIRA MARCOLIN

**O PAPEL DAS ENTIDADES DE APOIO NA MITIGAÇÃO DE BARREIRAS À
ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

São Leopoldo

2021

FELIPE DE OLIVEIRA MARCOLIN

**O PAPEL DAS ENTIDADES DE APOIO NA MITIGAÇÃO DE BARREIRAS À
ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Giancarlo Medeiros Pereira

São Leopoldo

2021

M321p Marcolin, Felipe de Oliveira.
O papel das entidades de apoio na mitigação de barreiras à adoção da indústria 4.0 nas pequenas e médias empresas / por Felipe de Oliveira Marcolin. – 2021.
80 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, São Leopoldo, RS, 2021.
“Orientador: Dr. Giancarlo Medeiros Pereira”.

1. Entidades de apoio. 2. Ecossistemas de inovação. 3. Pequenas e médias empresas (PMEs). 4. Indústria 4.0 (Ind 4.0). I. Título.

CDU: 658.011.8

FELIPE DE OLIVEIRA MARCOLIN

**O PAPEL DAS ENTIDADES DE APOIO NA MITIGAÇÃO DE BARREIRAS À
ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0 NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Aprovado em () () ()

BANCA EXAMINADORA

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

Dedico este trabalho ao meu filho Pedro, razão da minha vida. "A medida de amar é amar sem medida".

AGRADECIMENTOS

Como agradecer em palavras tantas pessoas especiais que, de certa forma, foram essenciais para que esse sonho se tornasse uma realidade. Inicio agradecendo meu orientador, mentor, amigo, professor Dr. Giancarlo Medeiros Pereira, pela paciência, ensinamentos e compreensão necessária diante de tantas dúvidas, sempre com uma palavra amiga e consoladora me incentivando a continuar. Sem seus conselhos e orientações, este momento ainda seria um sonho.

Não menos importante, minha mentora e amiga Ma. Michele de Souza pela dedicação desprendida, conhecimentos repassados e apoio motivacional. Certamente estamos diante de uma pessoa que irá brilhar muito no meio acadêmico.

A minha família pelo apoio em todos os momentos em que tive que abdicar do convívio de todos na buscar este sonho.

Por último, quero registrar meu agradecimento aos professores constituintes da banca de avaliação final deste trabalho, que contribuíram de forma positiva e agregadora, ressaltando importantes pontos de ajuste, elevando o nível desta dissertação e do debate do tema em discussão.

RESUMO

As empresas enfrentam barreiras para a Ind 4.0. Tais barreiras podem incluir recursos financeiros, já que novas soluções podem exigir grandes investimentos; incertezas sobre o retorno econômico; e preocupações relacionadas à falta de conhecimento ou capacidade técnica. Essas barreiras são ainda mais nítidas nas PMEs que detêm recursos financeiros escassos e pouca ou nenhuma capacidade tecnológica. Esta pesquisa tem como objetivo identificar como entidades de apoio de um ecossistema de inovação podem alavancar a adoção da IND 4.0 nas PMEs. O estudo empregou o método de estudo de caso múltiplo, qualitativo e exploratório. Uma pesquisa investigou dezessete agentes participantes de um ecossistema de inovação. Dentre esses, cinco PMEs com iniciativas à Ind 4.0, seis fornecedores de soluções de tecnologias da Ind 4.0 e seis entidades de apoio (centros tecnológicos, universidades e órgãos governamentais). A análise dos dados coletados auxiliam de forma vasta a desvelar as barreiras à adoção da Ind 4.0 bem como seus mitigadores. Os resultados contribuem ao indicar que entidades de apoio ajudam as PMEs na adoção da Ind 4.0 nas seguintes ações: a) sensibilização interna acerca das possibilidades e benefícios relacionados à adoção de tecnologias da Ind 4.0; b) análise e seleção das alternativas mais encontradas à realidade de cada empresa; c) implantação das soluções; e d) gestão da pós-implantação das soluções. A observação e aplicações dessas ações ampliam o conhecimento científico acerca dos projetos da inovação da I.40 e podem viabilizar projetos bem-sucedidos, bem como aumento nos resultados e na lucratividade das PMEs.

Palavras-Chaves: Entidades de Apoio; Ecossistemas de Inovação; PMEs; Ind 4.0

ABSTRACT

Companies face barriers to Ind 4.0. Such barriers may include financial resources, as new solutions may require significant investments, uncertainties about the economic return, and concerns related to lack of knowledge or technical capacity. These barriers are even more pronounced in SMEs with scarce financial resources and little or no technological capacity. This research aims to identify how to support entities of an innovation ecosystem can leverage the adoption of Ind 4.0 in SMEs. The study employed the multiple case study method, qualitative and exploratory. A survey investigated seventeen agents participating in an innovation ecosystem. Five SMEs with Ind 4.0 initiatives, six suppliers of Ind 4.0 technology solutions, and six support entities (technology centers, universities, and government agencies). The analysis of the data collected helps in a vast way to reveal the barriers to the adoption of Ind 4.0 as well as its mitigators. The results contribute by indicating which support entities help SMEs in the adoption of Ind 4.0 in the following actions: a) internal awareness about the possibilities and benefits related to the adoption of Ind 4.0 technologies; b) analysis and selection of the most common alternatives to the reality of each company; c) implementation of solutions; and d) post-implementation management of solutions. The observation and application of these actions expand scientific knowledge about the innovation projects of the I.40. They can enable successful projects, as well as increase the results and profitability of SMEs.

Keywords: Supporting Entities; Innovation ecosystems; SMEs; Ind 4.0

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ecossistema de Inovação	23
Figura 2 – Ações das entidades de apoio às PMEs na mitigação de barreiras de adoção à Ind 4.0.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Barreiras à adoção de tecnologias	30
Quadro 2 – Mitigadores das barreiras às novas tecnologias.....	35
Quadro 3 – Classificação porte das empresas.....	37
Quadro 4 – Perfil das empresas com iniciativas para a Ind 4.0	37
Quadro 5 – Entidades de apoio.....	38
Quadro 6 – Perfil dos Entrevistados.....	40

LISTA DE SIGLAS

ACATE	Associação Catarinense de Tecnologia
FIEMG	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais
Ind 4.0	Indústria 4.0
IA	Inteligência Artificial
ICT	Tecnologias de Informação e Comunicação
IoT	Internet das Coisas
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI SP	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Estado de São Paulo
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
1.1 CONTEXTO	12
1.2 PROBLEMA.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 JUSTIFICATIVA.....	17
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 INDÚSTRIA 4.0.....	19
2.2 ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO.....	20
2.3 ENTIDADES DE APOIO	25
2.4 BARREIRAS À ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0	26
2.4.1 Barreiras de implementação.....	27
2.4.2 Barreiras de cooperação	27
2.4.3 Barreiras financeiras.....	28
2.5 MITIGAÇÃO DAS BARREIRAS À ADOÇÃO DA Ind 4.0	31
2.5.1 Mitigação das barreiras à implantação.....	31
2.5.2 Mitigadores das barreiras de cooperação	33
2.5.3 Mitigadores das barreiras financeiras.....	34
3 METODOLOGIA	36
3.1 Projeto de Pesquisa]]]
3.3 Coleta dos dados	39
3.4 Análise dos dados.....	41
4. ACHADOS	42
4.1 Sensibilização.....	42
4.2 Seleção de alternativas.....	45
4.3 Implantação	48
4.4 Pós-implantação.....	50
5. Discussão	53
5.1 Sensibilização.....	53
5.2 Seleção das alternativas.....	54

5.3 Implantação	56
5.4 Pós-implantação.....	57
6 CONCLUSÕES	58
6.1 CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA	58
6.2 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	60
6.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS	61
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A – Protocolo de pesquisa	79

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

O desenvolvimento e disseminação de inovações demanda uma rede de atores cocriadores. Essas redes são denominadas de ecossistemas de inovação (GRANSTRAND; HOLGERSSON, 2020; RICHTER; BOKELMANN, 2016; WALRAVE et al., 2018). Os ecossistemas de inovação combinam atores, tecnologias e instituições de apoio com foco em negócios (ELORANTA; TURUNEN, 2016). Os agentes formam arranjos colaborativos que focalizam a cocriação de soluções de valor para atender às demandas dos clientes e consumidores (ADNER, 2016; DING; WU, 2017; RUSSELL; SMORODINSKAYA, 2018; WALRAVE et al., 2018). Tais arranjos contribuem com atividades interdependentes apoiadas por agentes externos que abarcam órgãos governamentais, empresas de produtos e serviços, universidades e parques tecnológicos (GASTALDI et al., 2015; GAWER, 2014; HEMMERT; BSTIELER; OKAMURO, 2014; TSUJIMOTO et al., 2018).

A cooperação e a colaboração entre os principais agentes do sistema de valores são peças chaves para o sucesso dos ecossistemas de inovação (TAMAYO-ORBEGOZO; VICENTE-MOLINA; VILLARREAL-LARRINAGA, 2017). Além de cooperar, os atores do ecossistema devem focalizar aspectos individuais da competição. Dentre esses aspectos se citem a liderança na inovação, os ganhos financeiros e o incremento da competitividade (GASTALDI et al., 2015; GOOD et al., 2019; RUBENS et al., 2011; TSUJIMOTO et al., 2018). A integração entre os agentes comunica e promove a inovação, ajudando assim no desenvolvimento produtos tecnologicamente atrativos ao consumidor final (DING; WU, 2017; RUBENS et al., 2011).

Além dos atores, outras organizações integram o ecossistema de inovação. Tais organizações incluem instituições de pesquisa, incubadores e aceleradores, investidores, governo, sociedade civil, startups, facilitadores de mercado, companhias privadas e usuários finais (consumidores). Ao longo do tempo, os atores, as organizações e as partes interessadas coevoluem suas capacidades e suas funções e tendem a se alinhar com as direções definidas por uma ou mais empresas centrais. o (LIU; STEPHENS, 2019; TSUJIMOTO et al., 2018). O ator central em um ecossistema de inovação é responsável pela liderança (ASPLUND et

al., 2021). Esse ator tem o papel de equalizador, o que permite garantir a governança do ecossistema, geração de parcerias, coordenação entre os membros e a distribuição dos valores entre os participantes (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018). As empresas que ocupam funções de liderança podem mudar com o tempo, mas a função de líder do ecossistema é valorizada pela comunidade. Isto porque, permite que os membros avancem em direção a visões compartilhadas para alinhar seus investimentos e encontrar apoio mútuo (LIU; STEPHENS, 2019; TSUJIMOTO et al., 2018). O papel do líder de um ecossistema é indispensável para a sua formação. O líder garante a governança do ecossistema, construção de parcerias, gerenciamento de uma plataforma e distribuição de valor (DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018; RICHTER; XU; WILCOX, 2015).

As plataformas industriais abarcam produtos, serviços e/ou tecnologias desenvolvidas por uma ou mais empresas. Essas plataformas apoiam as empresas nas inovações complementares que podem integrar toda a rede (GAWER, 2014). Tais plataformas são ecossistemas que se reúnem para se transformarem em redes maiores ainda (SUOMINEN; SEPPÄNEN; DEDEHAYIR, 2019). As conexões das plataformas industriais (internas e externas) gerenciam a divisão de trabalho dentro e fora dos seus limites. Isto resulta na alavancagem das empresas, da cadeia de suprimentos e dos ecossistemas industriais (ADNER, 2016; BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; JACKSON, 2012; KONIETZKO; BOCKEN; HULTINK, 2020). Grandes plataformas de inovação podem se ligar a outras para estabelecer ecossistemas multiníveis de conhecimento (KONIETZKO; BOCKEN; HULTINK, 2020).

Um ecossistema de inovação pode incluir ainda fornecedores, prestadores de serviço e usuários. Esses agentes são responsáveis pela criação de valor direto, realização das entregas, montagem e condução da entrega coletiva de componentes, complementos, produtos e serviços.(DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018). Os usuários e os prestadores de serviço tem papel crucial na identificação das novas oportunidades que resultam na transformação de produtos futuros (MARKHAM et al., 2010). Para que seja possível este avanço, os usuários parecem se envolver no marketing interno, e no aperfeiçoamento de ideias para que essas sejam aceitas por outras pessoas da empresa (HOWELL, J.M., HIGGINS, 1990). Outro papel importante no ecossistema de inovação são os patrocinadores. Tais patrocinadores podem ser fornecedores ou prestadores de

serviço. Esses patrocinadores proveem os suportes técnico e financeiro necessários para o desenvolvimento de projetos de inovação (OVERHOLM, 2015).

Por fim, têm-se as entidades de apoio. Essas entidades são responsáveis por gerar e disseminar o conhecimento necessário para o aprimoramento dos ecossistemas de inovação (ARDITO et al., 2019; TAMAYO-ORBEGOZO; VICENTE-MOLINA; VILLARREAL-LARRINAGA, 2017). Dentre as entidades de apoio destaca-se os centros tecnológicos. Estes centros são os protagonistas na troca de informações entre as partes interessadas, bem como, com a cadeia de fornecedores e na transferência de conhecimento entre universidades e centros de pesquisa (ARDITO et al., 2019). A combinação entre a inovação colaborativa e o compartilhamento do conhecimento alavancam a competitividade de todas as partes interessadas do ecossistema de inovação (ARDITO et al., 2019; BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; ELORANTA; TURUNEN, 2016). Contudo, a complexidade relacionada a indústria 4.0 (Ind 4.0) exige conhecimentos que são difíceis de serem encontradas em um único provedor de tecnologia, especialmente nas pequenas e médias empresas (PMEs) (MOEUF et al., 2018a). Os ecossistemas de inovação ajudam a preencher esta lacuna ao permitir que as PMEs integrem recursos e cocriem soluções da Ind 4.0 (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020). Dentre os conhecimentos requeridos para o preenchimento dessa lacuna se citem gestão da produção, hardwares, softwares, redes de comunicação e de gestão de dados (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

Ainda assim, as PMEs enfrentam dificuldades para participar ou se integrar junto aos ecossistemas de inovação. Estudos demonstram que a barreira das PMEs à realização da inovação está ligada à restrições culturais; à falta de recursos físicos e econômicos; e à carência de políticas governamentais (JIANG et al., 2020; MADRID-GUIJARRO; GARCIA; VAN AUKEN, 2009; RAJ et al., 2020). Para as PMEs este processo de torna ainda mais latente tendo em vista que existe uma grande dificuldade em buscar novos processos ou desenvolvimentos fora de suas competências essenciais (MITTAL et al., 2020). Em sua grande maioria, as PMEs não são consideradas empresas precursoras tecnologicamente, principalmente pela preocupação de investir em tecnologias erradas ou realizar práticas não aderentes ao negócio (MITTAL et al., 2020). Ainda, as PMEs tendem a seguir práticas tradicionais de fabricação de seus produtos com alto envolvimento de mão de obra, máquinas defasadas, ausência de integração de seus processos e falta de

mentalidade e maturidade para mudança tecnológica. (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Como resultado deste cenário, as PMEs consideram-se não preparadas e não aptas para a adoção das tecnologias voltadas a Ind 4.0 (MOEUF et al., 2018b). Isto resulta em obstáculos visíveis às PMEs, que em sua maioria, são incapazes de se associarem à visão de digitalização industrial de seus negócios e processos (BROZZI et al., 2018). A fim de mitigar tais obstáculos, as PMEs aderem à participação em ecossistemas de inovação, com o intuito de constituir uma rede de apoio para desenvolvimento de novas soluções tecnológicas e mercadológicas, que visem reduzir seus temores relacionados a adoção da Ind 4.0 (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; RONG et al., 2015; SUOMINEN; SEPPÄNEN; DEDEHAYIR, 2019).

1.2 PROBLEMA

A transformação das empresas para a Ind 4.0 requer a mitigação de barreiras, a racionalização de recursos e investimentos, e a geração de valor (RAJ et al., 2020). A geração de valor se refere as atividades que uma empresa desempenha para apresentar suas ofertas aos seus clientes. Nas empresas de manufatura, 'por exemplo, as atividades realizadas internamente ou por fornecedores e parceiros contribuem para criar valor (ENKEL; MEZGER, 2013; WEI; YI; GUO, 2014). No contexto das PMEs, agentes externos são essenciais para a geração de valor. Assim, a participação das PMEs em um ecossistema de inovação pode alavancar a geração de valor e a aquisição de conhecimentos em uma realidade marcada por recursos e investimentos escassos ou inexistentes (DALLASEGA; RAUCH; LINDER, 2018). Neste contexto, as entidades de apoio exercem um papel importante já que são agentes agregadores e integradores do ecossistema (BARJAK; HEIMSCH, 2021; BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020)

Ao considerar a complexidade relacionada à Ind 4.0; os recursos, as tecnologias, as soluções e o conhecimento que o ecossistema de inovação e seus agentes possuem, faz-se necessário identificar as alternativas para mitigar problemas ou para alavancar a geração de valor nas PMEs. Destaque-se que a mitigação destas barreiras é mandatória para a sobrevivência a longo prazo das empresas e das entidades de apoio (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; DALENOGARE et al., 2018a; JOHNSON, M.W., CHRISTENSEN, C.M.,

KAGERMANN, 2008; LOPEZ; VANHAVERBEKE, 2009; RICHTER; XU; WILCOX, 2015).

A despeito do valioso trabalho até então realizado por diferentes pesquisadores, a literatura não apresenta alternativas para mitigar as barreiras à adoção da Ind 4.0 nas PMEs. Assim, este trabalho pretende investigar o papel das entidades de apoio, quanto ao desenvolvimento de seus atores e para isto propõe-se a seguinte questão de pesquisa: ***Como as entidades de apoio podem ajudar as PMEs a mitigar as barreiras à Ind 4.0?***

Para responder à questão de pesquisa, este estudo investigou dezessete agentes participantes de um ecossistema de inovação. Dentre esses, cinco PMEs com iniciativas à Ind 4.0, seis fornecedores de soluções de tecnologias da Ind 4.0 e seis entidades de apoio (centros tecnológicos, universidades e órgãos governamentais).

1.3 OBJETIVOS

A seguir, são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos a serem alcançados através da realização desta pesquisa.

1.3.1 Objetivo Geral

A pesquisa tem como objetivo identificar como as entidades de apoio de um ecossistema de inovação podem ajudar as PMEs a mitigar as barreiras à Ind 4.0.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar o papel das entidades de apoio no ecossistema de inovação;
- b) Identificar as barreiras de adoção à Ind 4.0 das PMEs;
- c) Identificar mitigadores das barreiras de adoção à Ind 4.0 das PMEs; e
- d) Propor um conjunto de ações, orquestradas pelas entidades de apoio, para se alavancar a resolução das barreiras identificadas.

1.4 JUSTIFICATIVA

Para alcançar e sustentar qualquer resultado associado ao desenvolvimento tecnológico, depende-se da capacidade de atores múltiplos e interconectados (SHAW; ALLEN, 2018). Sociedade civil, setores privados e governamentais, universidades, empreendedores individuais e outros devem unir seus esforços para trabalharem juntos de forma competente. Um conjunto de atores interconectados, onde suas ações, de forma coletiva, produzem um resultado de desenvolvimento único em um ecossistema (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; RONG et al., 2015). Para que tenha a geração de ideias inovadoras e que essas sejam desenvolvidas, testadas e dimensionadas de forma eficaz quanto seu impacto, se faz necessário ações coordenadas e colaborativas entre seus atores. O desenvolvimento, dimensionamento e testagem da inovação com impacto sustentável pode ser dificultada se os atores agem isoladamente (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; SUOMINEN; SEPPÄNEN; DEDEHAYIR, 2019). Assim, a colaboração e integração dos atores de um ecossistema, poderiam suportar técnica, financeira e politicamente as iniciativas inovadoras.

As empresas enfrentam inúmeras barreiras para a Ind 4.0. A literatura evidencia os aspectos financeiros são uma barreira para Ind 4.0 (Hoyer et al., 2020) já que novas soluções podem exigir grandes investimentos (Breunig et al., 2017; Kamble et al., 2018) e incertezas acerca sobre o retorno econômico dos investimentos (Mckinsey&Company, 2016; Raj et al., 2020). Preocupações e incertezas também podem intensificar as barreiras para a Ind 4.0, particularmente, incertezas relacionadas à falta de conhecimento ou capacidade técnica (Stentoft and Rajkumar, 2020). Tais barreiras, são ainda mais evidentes nas PMEs que detém de pouca ou nenhuma capacidade tecnológica e ainda, recursos financeiros escassos. Na literatura não é possível identificar especificamente o grau de participação e papel das entidades de apoio para mitigar as barreiras de adoção à Ind 4.0 nas PMEs. Valiosas pesquisas, desenvolvidas por diferentes pesquisadores, analisaram como o governo, com suas, interações políticas com indústrias e universidades, podem alcançar soluções para necessidades apontadas pela sociedade com a Ind 4.0 (DANKBAAR, 2019; MÊGNIGBÊTO, 2018; REISCHAUER, 2018).

Por isso, torna-se relevante para o âmbito acadêmico, investigar e entender qual o papel das entidades de apoio dentro do ecossistema, quando e como elas

interagem e suas contribuições ao ecossistema, especialmente as PMEs. Já no âmbito empresarial, estima-se que a viabilidade dos objetivos da pesquisa possa promover um melhor entendimento do papel das entidades de apoio no ecossistema de inovação, e como sua atuação pode mitigar barreiras da Ind 4.0 nas PMEs. A mitigação de tais barreiras a Ind 4.0 pode impulsionar os atores tornando-os mais competitivos quanto ao desenvolvimento e lançamento de novos produtos e serviços

Na sequência, apresentam-se as delimitações do estudo.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este estudo delimita-se à investigação do papel das entidades de apoio em um ecossistema de inovação para mitigar as barreiras da Ind 4.0 em PMEs, localizadas no estado do Rio Grande do Sul. Para responder à questão de pesquisa pretende-se investigar dezessete agentes participantes de um ecossistema de inovação. Dentre esses, cinco são PMEs com iniciativas a Ind 4.0, seis são fornecedores de soluções de tecnologias da Ind 4.0 e seis entidades de apoio (centros tecnológicos, universidades e órgãos governamentais) ligadas a um ecossistema de inovação. Será considerada apenas a perspectiva dos profissionais das PMEs, dos fornecedores e das entidades de apoio. A pesquisa não analisa o ponto de vista dos clientes, governo, aceleradoras e startups. Além disto, não é escopo deste trabalho propor um novo modelo para papel das entidades de apoio e sim ressaltar a sua importância na mitigação de barreiras da Ind 4.0 em projetos de inovação tecnológica nas PMEs.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, serão abordadas questões teóricas pertinentes ao objetivo da pesquisa. Tais pressupostos são a Ind 4.0, os ecossistemas de inovação, as barreiras à adoção da Ind 4.0, bem como, formas de mitigar essas barreiras tecnológicas. Cada um destes conceitos será examinado a seguir.

2.1 INDÚSTRIA 4.0

As principais tecnologias da Ind 4.0 e suas aplicações incluem: Big Data para análise de um grande volume de dados (CHIAPPETTA JABBOUR et al., 2019); Inteligência Artificial (IA) para análise avançada de dados e apoio a tomada de decisão (GOLI et al., 2019); Internet das Coisas (Iot) para interconexões de recursos físicos (OSTERRIEDER; BUDDE; FRIEDLI, 2020); robótica avançada para execução de processos de forma autônoma, podendo ainda interagir com as pessoas (MASOOD; EGGER, 2019); digitalização para transformação de processos de produção através do sensoriamento, aquisição e tratamento de dado (FRANK et al., 2019); e computação em nuvem para acesso a recursos computacionais como um serviço em escala e a partir de dispositivos remotos (OSTERRIEDER; BUDDE; FRIEDLI, 2020).

Nas empresas, a Ind 4.0 pode contribuir por exemplo, no desenvolvimento de processos flexíveis ou na análise de grandes quantidades de dados em tempo real. A nova etapa da revolução industrial foi possível devido ao uso das tecnologias de informação e comunicação (TICs) em ambientes industriais (KAGERMANN, 2015) e devido ao barateamento de sensores, que alavancou sua utilização em inúmeros recursos (BANGEMANN et al., 2016; BRETTEL; KLEIN; FRIEDERICHSEN, 2016; PORTER, M., 2014).

A internet industrial por meio da conectividade, disponibilidade e flexibilidade suportam as tecnologias necessárias para a Ind 4.0. Isso só é possível, principalmente, pela forma como os dados são coletados e processados em tempo real, gerando aumento de eficiência e receita para as empresas (GEISSBAUER et al., 2014). Os resultados coletados devem ter relação direta com os indicadores chaves da empresa, considerando custo de produção, flexibilidade, produtividade,

redução de inventário, entre outros (GEISSBAUER et al., 2014), além de realizarem o mapeamento dos fatores e suas interrelações na implantação das tecnologias de informações digitais (ARDITO et al., 2019).

A adoção de estratégias industriais relacionadas à Ind 4.0 impulsionam a manufatura. Tais estratégias incluem: servitização, integração da cadeia suprimentos, *Lean*, estratégia verde “design para custo” e integração de banco dados (CHIARINI; BELVEDERE; GRANDO, 2020). Os avanços dessas tecnologias permitiram o desenvolvimento de sistemas embarcados e conectados (BRETTEL; KLEIN; FRIEDERICHSEN, 2016; JAZDI, 2014; KAGERMANN, 2015). Tais sistemas permitem monitorar e controlar os equipamentos, transportadores e produtos por meio de um ciclo de feedbacks em tempo real que coletam uma grande quantidade de dados (Big Data) e atualizam os modelos virtuais com as informações dos processos físicos, resultando em uma fábrica inteligente (GILCHRIST, 2016; WANG et al., 2016). O desenvolvimento e a capacidade digital pode alavancar o processo de tomada de decisões estratégicas e operacionais (KAGERMANN, 2015; PORTER, M., 2014; SCHWAB, 2017).

Antes do surgimento da Ind 4.0, empresas de tecnologia desenvolviam relações específicas com a cadeia de suprimentos para desenvolvimento de soluções tecnológicas (MARODIN et al., 2018, 2017). Nessa relação, cada ator contribuía com módulos tecnológicos específicos para a cadeia de suprimentos, que foram desenvolvidos de forma independente das outras partes tecnológicas, baseando-se principalmente na transferência como mecanismo de troca (SCHIELE H., VELDMAN J., HÜTTINGER L., 2012; YIN; STECKE; LI, 2018). Já no contexto da Ind 4.0, as soluções são consideradas um sistema complexo de tecnologias digitais interconectadas, sistemas de informação e tecnologias de processamento que exigem alta interdependência de competências e complementaridade tecnológica de diversos atores (DALENOGARE et al., 2018b; REISCHAUER, 2018; RÜSSMANN, 2015).

2.2 ECOSISTEMAS DE INOVAÇÃO

A expressão "ecossistema" vem sendo aplicada em uma ampla variedade de contextos fora de sua aplicação original em sistemas biológicos (AUTIO; THOMAS, 2014). O termo 'ecossistema' tem sido geralmente usado para se referir a uma rede

de organizações interconectadas que estão ligadas ou operam em torno de uma empresa focal ou uma plataforma (IANSITI; LEVIEN, 2004; MOORE, 1996; TEECE, 2007), porém seu uso teve um crescimento ascendente após a publicação de um artigo da *Harvard Business Review* por Adner (2006). Essa publicação define o ecossistema como arranjos colaborativos por meio dos quais as empresas combinam suas ofertas individuais em uma solução coerente voltada para o cliente (ADNER, 2006). O ecossistema se destaca das demais construções de rede por abrigar os participantes do lado da produção e do lado da utilização. Isso inclui fornecedores e clientes. A participação dos usuários finais é definida como diferencial na construção dos ecossistemas, distinguindo assim de outras plataformas descritas como redes de inovação, clusters e redes da indústria, que voltam seus esforços para o processo produtivo. (SUOMINEN et al., 2019). Diferentemente dos sistemas de inovação que se comportam de forma semelhante, porém, estão restritos a questões geográficas ou segmentos de mercado (SUOMINEN; SEPPÄNEN; DEDEHAYIR, 2019). Portanto, define-se um ecossistema de inovação como: uma rede de organizações interconectadas, organizadas em torno de uma empresa focal ou uma plataforma, e que incorpora participantes de produção e uso, e tem seu foco no desenvolvimento de novo valor por meio da inovação (AUTIO; THOMAS, 2014; TAMAYO-ORBEGOZO; VICENTE-MOLINA; VILLARREAL-LARRINAGA, 2017; WEKING et al., 2020).

Para Moore (1993), sua primeira observação sobre o tema foi para descrever um conjunto de produtores e usuários em torno de um organização focal, afim de contribuir para seus resultados. Ainda segundo o autor, uma empresa não é observada como participante de um determinado segmento, mas parte integrante de um “ecossistema de negócios”. O conceito sobre o ecossistema é mais abrangente, pois envolve as instituições, as comunidades das empresas e os indivíduos que afetam o futuro da empresa focal, seus clientes e suprimentos, incluindo fornecedores, autoridades regulatórias, órgãos de definição de padrões, setor judiciário, educação, pesquisa e instituições (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; LÜTJEN et al., 2019; TEECE, 2007).

Outra perspectiva na literatura aponta os ecossistemas para redes dinâmicas e intencionais onde os integrantes se integram para gerar valor entre si (ADNER; KAPOOR, 2010; LUSCH; VARGO; TANNIRU, 2010) ou como rede colaborativa de empresas que geram valor através do desenvolvimento de serviços e produtos

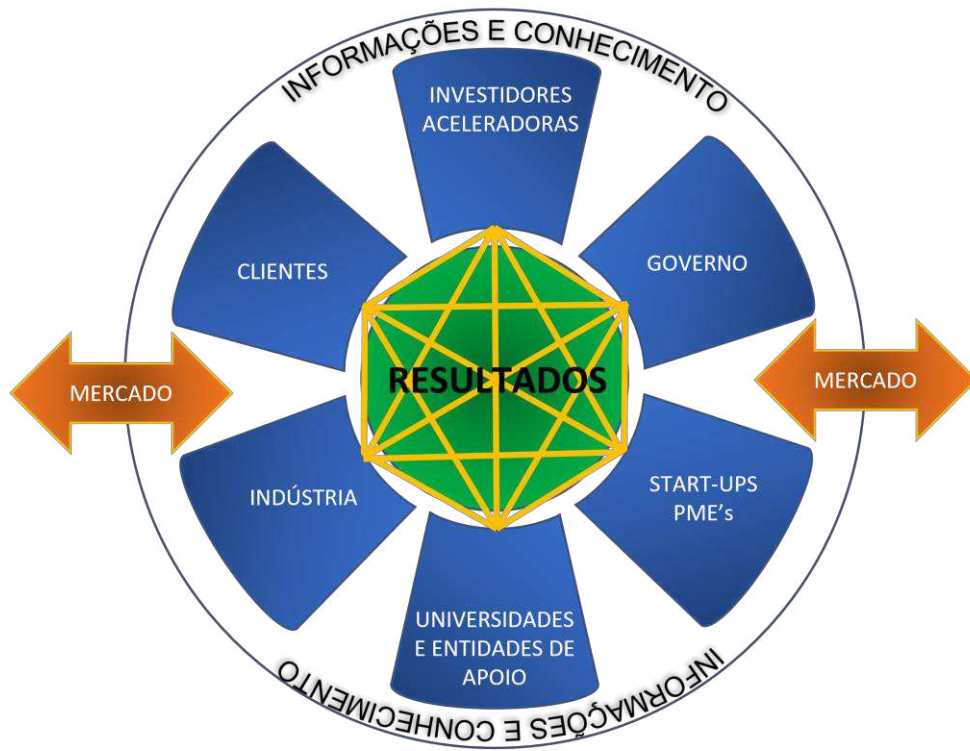
(ADNER, 2016). Ademais, os ecossistemas estendem o conceito de uma cadeia de valor ao de um sistema que inclui qualquer organização que contribua para a oferta compartilhada de alguma maneira. Desta forma, um ecossistema pode incluir participantes de fora da cadeia de valor tradicional de fornecedores. Dentre esses participantes se citam empresas de terceirização, instituições financeiras, fornecedores de tecnologia, concorrentes, clientes, órgãos reguladores e de coordenação (IANSITI; LEVIEN, 2004; WEKING et al., 2020; XIONG; XIA, 2020). Nessa perspectiva, os participantes do ecossistema codesenvolvem recursos em torno de um conjunto compartilhado de tecnologias, cooperam e competem para oferecer suporte a novos produtos, satisfazer as necessidades dos clientes e, eventualmente, incorporar a próxima rodada de inovação. A literatura adiciona que os ecossistemas são arranjos colaborativos onde as empresas unem seus conhecimentos e expertises em favor de uma solução coerente afim de atender as necessidades do cliente e permita que os participantes desenvolvam valores que seriam inalcançáveis isoladamente (ADNER, 2006; MOORE, 1996). Destacam-se a característica evolutiva observada oriunda da interação entre os atores, a relação com atividades inovadoras e suas relações ao meio ambiente corporativo (ADNER, 2016; FRENKEL; MAITAL, 2014; WEKING et al., 2020).

Os ecossistemas de inovação tem papel fundamental na criação do conhecimento científico e aumento da inovação, independentemente da participação de grandes indústrias, ao realizar a integração da cadeia de valor e a colaboração interorganizacional (XU et al., 2018). Ademais são considerados estruturas dinâmicas, que ao invés de serem influenciadas por políticas públicas, evoluem de acordo com as mudanças mercadológicas, (MERCAN; GOKTAS, 2011), bem como a iniciativa de atores ou demais membros do ecossistema (GRILLITSCH; SOTARUTA, 2020) Os recursos necessários para implantar os ecossistemas de inovação, na maioria das vezes não estão disponíveis ou são escassos dentro de uma única empresa, uma das principais premissas que estimula as organizações a formar ecossistemas para compartilhar conhecimento e se codesenvolver (TAMAYO-ORBEGOZO; VICENTE-MOLINA; VILLARREAL-LARRINAGA, 2017; YOO; LYYTINEN; BOLAND, 2008). Por isso, os ecossistemas de inovação são considerados especialmente importantes para as PMEs. já que empresas deste porte detém recursos financeiros limitados ou inexistentes para aquisição de conhecimento interdisciplinar (considerada capacidade fundamental para

desenvolvimento de soluções complexas de maneira independente) (DALLASEGA; RAUCH; LINDER, 2018). Parcerias com partes interessadas externas dão às empresas acesso a recursos fora de seus limites, aumentando sua base de recursos organizacionais (HELFAT et al., 2009) e permitindo que elas forneçam soluções complexas e integradas sem perder o foco do seu negócio (WILLIAMSON; DE MEYER, 2012).

O desenvolvimento de ecossistemas permite que empresas concorrentes colaborem umas com as outras e proponham soluções integradas, levando à cooperação (CULOT et al., 2020; YOUNGJIN YOO, OLA HENFRIDSSON, 2010). Esse modelo de cooperação permite a criação de valor a partir da cocriação baseada em ecossistemas (DE SILVA et al., 2021). Outra vantagem desta união de empresas é que os membros do ecossistema de inovação também se beneficiam de capacidades tecnológicas complexas, ter seus custos e riscos compartilhados, e isto pode resultar em inovações mais rápidas (WILLIAMSON; DE MEYER, 2012). No entanto, existem alguns desafios nesta integração. As empresas precisam desenvolver uma capacidade de conjuntamente superar as adversidades. Diferenças de governança, valores, recursos de conhecimento e comunicação devem ser superadas pelos participantes do ecossistema (YOO; LYYTINEN; BOLAND, 2008). Uma das principais formas de superar estas adversidades é justamente ter um elo central no ecossistema. Um desses elos, são as entidades de apoio, que fazem a gestão das necessidades e dos recursos de todas as partes interessadas (KAHLE et al., 2020; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018; XIE; WANG, 2020; ZHONG et al., 2017). A Figura 1 ilustra um ecossistema de inovação e a sinergia entre os atores com o mercado.

Figura 1 – Ecossistema de Inovação



Fonte: Adaptado de Xie e Wang (2020).

2.3 ENTIDADES DE APOIO

As entidades de apoio são caracterizadas como organizações que geram valor para os demais atores dentro de um sistema de inovação (ARNOLD; CLARK; JÁVORKA, 2010; NAMBISAN, S., SAWHNEY, 2007; SAWHNEY, M., PRANDELLI, E., VERONA, 2003; TRAN; HSUAN; MAHNKE, 2011; VERONA; PRANDELLI; SAWHNEY, 2006). Dentre seus principais objetivos estão impulsionar o crescimento dos seus clientes parceiros através da geração e disseminação de tecnologia externa desenvolvida por outros parceiros (HOWELLS, 2006); compartilhar conhecimento e experiência externa já vivida em outros projetos desenvolvidos (TRAN; HSUAN; MAHNKE, 2011), ofertar soluções de *design* (HARGADON, 2002); o conhecimento e as necessidades dos clientes; as necessidades e conhecimentos do mercado quanto à tecnologia (TAN; VICENTE, 2019; VERONA; PRANDELLI; SAWHNEY, 2006); desenvolver plataformas para troca de experiência e conhecimento (LICHTENTHALER; ERNST, 2008); exceder a opacidade da rede (REYPENS; LIEVENS; BLAZEVIC, 2021); sustentar a legitimidade de acordo com as premissas estabelecidas (PAQUIN; HOWARD-GRENVILLE, 2013); incentivar ações coletivas e de cooperação entre os membros (BØLLINGTOFT, 2012) bem como, definir e prever agendas internas e externas com os participantes (MÖLLER; SVAHN, 2009; PERKS et al., 2017; REYPENS; LIEVENS; BLAZEVIC, 2021). A fim de se superar as dificuldades das partes interessadas, as entidades de apoio desenvolvem atividades entre os atores do ecossistema visando a geração de valores financeiros e não financeiros (HUIZINGH, 2011), Ainda assim, todas estas ações só serão válidas e efetivas se os atores reconhecerem o papel das entidades ou quiserem participar das atividades (PROVAN, K. G., & KENIS, 2008).

Ainda que os ganhos financeiros sejam relevantes, as entidades de apoio tem seu formato principalmente voltado ao papel não financeiro, associado ao conceito de capital social como sua principal bandeira, destacando-se nos processos de reciprocidade, cooperação e compartilhamento de informações (PROVAN, K. G., & KENIS, 2008). Através de projetos colaborativos, as entidades de apoio, juntamente com os atores do ecossistema podem desenvolver novos conhecimentos bem como habilidades técnicas operacionais requeridas para desenvolver esse conhecimento (CEPEDA; VERA, 2007; MARTÍN-DE CASTRO, 2015). Este processo se destaca na eficácia do processo de intermediação, principalmente quando novas oportunidades

de conhecimento são oportunizadas. A participação das entidades em projetos abertos colaborativos permite uma gestão mais profunda dos benefícios desenvolvidos pelos atores e ofertados ao mercado. Isto inclui o acompanhamento e desenvolvimento de melhorias em processos e produtos, serviços, equipamentos, tecnologias e propriedades intelectuais (MARTÍN-DE CASTRO, 2015), principalmente no processo de aproximação e geração de tecnologia entre os atores (MELE; RUSSO-SPENA, 2015; PIA SOPHIE VON NELL; ULRICH LICHTENTHALER, 2011). Destaca-se assim como o papel das entidades de apoio a criação de novas redes de contato, incluindo novos potenciais mercados ou canais de distribuição (LICHTENTHALER; ERNST, 2006; NAGAOKA; KWON, 2006; TAMAYO-ORBEGOZO; VICENTE-MOLINA; VILLARREAL-LARRINAGA, 2017). Estas redes estratégicas são valiosas para a geração de novos parceiros colaborativos buscando desenvolvimento ou distribuição para novos mercados (ARNOLD; CLARK; JÁVORKA, 2010).

2.4 BARREIRAS À ADOÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

A adoção da Ind 4.0 é um processo complexo, no qual os fatores interpessoal e técnico se influenciam e se correlacionam (HORVÁTH; SZABÓ, 2019); portanto, uma consideração mais ampla das barreiras enfrentadas é necessária. O nível de maturidade da transformação digital de uma empresa influencia a percepção dos gerentes sobre as barreiras para a Ind 4.0 (QUEIROZ et al., 2020). Ademais, a resistência organizacional de funcionários e níveis gerenciais intermediários provavelmente dificultam a adoção de tecnologias da Ind 4.0 (HORVÁTH; SZABÓ, 2019).

A literatura argumenta que uma barreira pode ser referida como uma circunstância ou obstáculo que mantém as pessoas ou coisas separadas ou impede a interação (DURACH, C.F., KURPJUWEIT, S. AND WAGNER, 2017). No contexto dos ecossistemas de inovação, as barreiras podem ser agrupadas em três blocos principais: a) barreiras de implementação, b) barreiras de cooperação e c) barreiras financeiras (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; KAHLE et al., 2020). As definições dessas barreiras são apresentadas a seguir.

2.4.1 Barreiras de implementação

As barreiras de implementação estão relacionadas a falta de alinhamento entre antigas tecnologias industriais e a dificuldade de aquisição de novos equipamentos, além de problemas em infraestrutura como redes de internet de algumas regiões e segurança de dados (BREUNIG et al., 2017; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018; PORTER et al., 2018); baixo grau de padronização, má compreensão da integração e arquitetura de sistemas (GEISSBAUER et al., 2014); falta de uma força de trabalho qualificada, conflitos entre trabalhadores devido à mudança de ambientes de trabalho (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017); ausência de cultura e treinamento digital, falta de habilidades digitais (BREUNIG et al., 2017; GEISSBAUER et al., 2014; KAMBLE et al., 2019; LEE; KAO; YANG, 2014; MCKINSEY&COMPANY, 2016; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016; PETRILLO et al., 2018); e dificuldade de auto-organização (ROUNDY; BRADSHAW; BROCKMAN, 2018). Um estudo apontou que as barreiras para a implementação da IoT nas organizações está relacionada aos funcionários desejarem mudar a forma como trabalham. Esses funcionários resistem ao uso de novas tecnologias e das práticas a elas associadas (HADDUD et al., 2017).

Ter uma vasta infraestrutura de internet banda larga é fundamental para a realização da Ind 4.0. Entre os maiores problemas, mesmo em países desenvolvidos como a Alemanha, está a falta de banda larga de alta velocidade confiável para as PMEs. Atualmente, apenas grandes players com vastos recursos têm esse tipo de tecnologia à sua disposição (SCHRÖDER, 2016). A Ind 4.0 requer que todos os membros do canal estejam integrados; portanto, a infraestrutura digital é um fator que não pode ser ignorado. A ausência de capacidade técnica e infraestrutura deficiente são consideradas uma das principais barreiras à adoção da Ind 4.0. Por isso, muitas empresas optam pela colaboração ao invés da competição no desenvolvimento de infraestrutura necessária para a Ind 4.0 (BUNTZ, 2016; STENTOFT et al., 2020).

2.4.2 Barreiras de cooperação

As barreiras da cooperação são relacionadas principalmente aos desafios contratuais do ecossistema (BITTAR, 2018; MOEUF et al., 2018b) e o

compartilhamento de conhecimentos e capacidades diversas, muitas destas não disponíveis em uma única empresa (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; BITTAR, 2018). Outra barreira relacionada à cooperação advinda da implementação da Ind 4.0, são as tensões sociais no mercado de trabalho e seus efeitos (SCHWAB, 2017). Argumenta-se ainda que a Ind 4.0 irá beneficiar os proprietários de capital intelectual e seus acionistas, ao mesmo tempo em que aprofunda a lacuna entre aqueles que dependem do trabalho e aqueles que dependem do capital, aumentando a desigualdade (RAJ et al., 2020).

A adoção de tecnologias da Ind 4.0 por um lado aumenta a conectividade entre os parceiros da cadeia de valor e por outro, gera preocupações unânimes quanto aos riscos de segurança do compartilhamento de informações entre esses parceiros (GEISSBAUER et al., 2014). As preocupações não ficam restritas à segurança cibernética das empresas, mas sobre o medo de perder seus dados para fornecedores de software e serviços de terceiros na Ind 4.0 (BREUNIG et al., 2017). Essas preocupações são consideradas desafios potenciais na implementação de IoT, por exemplo, uma vez que os hackers podem representar ameaças sérias às empresas (LEE; LEE, 2015). Além das preocupações com as externalidades, há também as preocupações internas. A literatura evidencia o desafio de quebrar obstáculos entre vários departamentos organizacionais, a fim de alcançar a coordenação contínua necessária para a Ind 4.0. Esse tipo de desafio é multiplicado quando há diversas organizações dentro da cadeia de valor que necessitam de integração (BREUNIG et al., 2017). A maioria das empresas falham pela falta de integração em um ambiente da Ind 4.0 (AABID ABDUL MAJEED; RUPASINGHE, 2017; DALENOGARE et al., 2018b).

2.4.3 Barreiras financeiras

As barreiras financeiras são relacionadas à escassez de recursos financeiros (GEISSBAUER et al., 2014; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018) e compartilhamento desigual das receitas geradas (BITTAR, 2018; MOEUF et al., 2018b). O desenvolvimento de produtos e soluções inteligentes necessitam de tecnologias complexas, e isso demanda altos custos financeiros. (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; BITTAR, 2018). Por isso, é necessário o desenvolvimento de uma estrutura técnica e física capaz de gerir ativos e capital financeiro, bem como, alinhar

questões regulatórias e o ambiente para a inovação, permitindo que todo o conhecimento seja utilizado de forma plena em toda a cadeia. (XU et al., 2018). Esses fatores são considerados de difíceis aplicação em países economicamente emergentes devido aos baixos incentivos de investimento em pesquisa de desenvolvimento em inovação (SUN et al., 2019).

O Quadro 1 apresenta um resumo das barreiras à adoção de tecnologias da Ind 4.0 identificadas na literatura.

Quadro 1 – Barreiras à adoção de tecnologias

Barreiras	Resumo	Referências
Barreiras à implantação	Ausência de alinhamento entre novas e antigas tecnologias.	(BREUNIG et al., 2017; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018; PORTER et al., 2018);
	Ausência capacidade técnica e de infraestrutura.	(BREUNIG et al., 2017; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018; PORTER et al., 2018; STENTOFT et al., 2020)
	Ausência de segurança de dados	BREUNIG et al., 2017; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018; PORTER et al., 2018)
	Baixo grau de padronização, má compreensão da integração e arquitetura de sistemas.	(GEISSBAUER et al., 2014)
	Falta força de trabalho qualificada.	(KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; STENTOFT et al., 2020);
	Conflitos entre trabalhadores devido à mudança de ambientes de trabalho.	(KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017);
	Ausência de cultura e treinamento digital, falta de habilidades digitais.	(BREUNIG et al., 2017; GEISSBAUER et al., 2014; KAMBLE et al., 2019; LEE; KAO; YANG, 2014; MCKINSEY&COMPANY, 2016; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016; PETRILLO et al., 2018)
	Dificuldade de auto-organização.	(ROUNDY; BRADSHAW; BROCKMAN, 2018)
Barreiras à cooperação	Contratos inexistentes ou rígidos.	(BITTAR, 2018; MOEUF et al., 2018b)
	Dependência de conhecimento de e capacidades diversas.	(BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; BITTAR, 2018)
	Tensões sociais no mercado de trabalho.	(SCHWAB, 2017)
	Lacuna entre aqueles que dependem do trabalho e aqueles que dependem do capital intelectual.	(RAJ et al., 2020)
	Insegurança entre os parceiros acerca do compartilhamento de informações.	(GEISSBAUER et al., 2014)
	Ausência de alinhamento entre os departamentos e entre as organizações.	(BREUNIG et al., 2017)
Barreiras financeiras	Escassez de recursos.	(GEISSBAUER et al., 2014; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018)
	Distribuição e compartilhamento injusto de receitas.	(BITTAR, 2018; MOEUF et al., 2020).
	Altos custos em investimentos.	(BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; BITTAR, 2018)
	Ausência de incentivos governamentais.	(SUN et al., 2019)

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.5 MITIGAÇÃO DAS BARREIRAS À ADOÇÃO DA IND 4.0

A participação em um ecossistema pode ser benéfica para todos os envolvidos, principalmente se tratando do relacionamento com os demais membros (NAMBISAN; BARON, 2013). Tal participação pode ser vista como uma vantagem competitiva sobre as empresas que operam sozinhas e tentam desenvolver produtos inteligentes sem parcerias. As empresas que cooperam entre si, geram diferenciais competitivos considerados impossíveis de serem alcançados isoladamente, uma vez que a junção dos seus recursos pode torná-las mais grandiosas e difíceis de serem imitadas (DALLASEGA; RAUCH; LINDER, 2018; GEISSBAUER et al., 2014; JEFFREY H. DYER; SINGH, 1998). Algumas ações podem alavancar a cooperação entre as partes. Essas ações objetivam mitigar as barreiras às novas tecnologias nos ecossistemas. Uma análise dos mitigadores identificados é apresentada a seguir.

2.5.1 Mitigação das barreiras à implantação

Os mitigadores das barreiras à implementação demandam uma liderança permanente e igualitária. A liderança do ecossistema deve cuidadosamente gerenciar as relações entre os atores de forma a garantir decisões estratégicas coerentes na gestão do ecossistema. A liderança deve ainda buscar resultados satisfatórios para todos os participantes (GAWER; CUSUMANO, 2014). Tal postura pode propiciar a melhor compreensão das necessidades das partes envolvidas, além de melhorias na abertura e no autocontrole através da mediação. Isto pode resultar em harmonia e controle ao grupo (NAMBISAN; BARON, 2019; YANG et al., 2021). Ademais, podem as entidade de apoio fornecer um conjunto estável de ativos comuns, simplificar as conexões entre os atores e aprimorar as atividades de inovação (PARIDA et al., 2019). Cumpre destacar que os ecossistemas de inovação apresentam uma rede fraca e fragmentada e o papel mediador das entidades de apoio pode fortalecer a colaboração entre os envolvidos. (RONG et al., 2015), além de ajudar as empresas a compreender melhor as necessidades dos seus clientes (KAHLE et al., 2020) Além disso, a necessidade de um líder ao ecossistema ou vários líderes é necessário para a gestão dos recursos, ativos e processos que serão desenvolvidos (DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018).

No tocante às barreiras de conhecimento e nivelamento dos fatos, as informações devem ser continuamente repassadas a todos os envolvidos (KARATOP; KUBAT; UYGUN, 2015). O número excessivo de rotatividade, bem como o volume de informação que é bombardeado em cada funcionário pode ter relação direta entre o sucesso e o fracasso dos projetos de inovação. Por isso, a literatura indica a relevância da alocação de funcionário de acordo com as suas habilidades e níveis de conhecimento. Ao fazer isso, as empresas reduzem os percentuais de falhas dentro de projetos inovadores. (KARATOP; KUBAT; UYGUN, 2015; T.R. MANOHARAN, 2011).

As interações para o desenvolvimento de produtos inteligentes nos ecossistemas estão cada vez mais ricas e personalizadas (RONG et al., 2015). Para tanto, um ecossistema precisa incluir empresas com tecnologias e conhecimentos complementares (PARIDA et al., 2019; REYNOLDS; UYGUN, 2018). Uma configuração diversa de atores se relaciona às características dos produtos inteligentes, os quais exigem capacidades presentes em diferentes empresas. Por exemplo: desenvolvimento de software e hardware, interpretação de dados, distribuidores e outros fornecedores de tecnologia (DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018). Essa necessidade também deve suprir a barreira estabelecida pelas tecnologias existentes ligadas aos processos de desenvolvimento, fabricação e distribuição dos produtos já existentes e ao próprio avanço tecnológico entre os participantes (VALENDUC; VENDRAMIN, 2017). Elementos não tecnológicos como estratégia, cultura organizacional, e disciplina, devem estar ligados ao aumento da capacidade dos ecossistemas em se desenvolver (CARAYANNIS et al., 2021; OH et al., 2016).

O líder pode aprimorar a captura de valor e a integração tecnológica no ecossistema (DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018). Outro aspecto importante num ecossistema cabe às entidades de apoio (principalmente na fase da sua criação). Essas entidades podem auxiliar as PMEs a desenvolver produtos mais direcionados às necessidades do mercado (GUERRERO; URBANO; GAJÓN, 2020; KAHLE et al., 2020). Esse auxílio se torna primordial para o enfrentamento das incertezas que podem desestimular os investimentos das entidades privadas. Em contraponto, a combinação entre mitigação de incertezas e aprimoramento dos departamentos comerciais permite que as partes se ocupem de outras necessidades mais relevantes. (DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018).

2.5.2 Mitigadores das barreiras de cooperação

Os diferentes agentes cooperam para permitir o desenvolvimento da inovação nos ecossistemas (ADNER, 2006; JACKSON, 2012; REYNOLDS; UYGUN, 2018). Desta forma, os ecossistemas caracterizam-se como formas dinâmicas de interação entre as partes interessadas e interconectadas (LÜTJEN et al., 2019). A viabilização dessa interação requer uma infraestrutura física e financeira. Essa estrutura deve ser provida por alguns atores do ecossistema (JACKSON, 2012; RABELO; BERNUS, 2015). Outro ponto a destacar são os atores do ecossistema, tendo em vista a necessidade de colaboradores heterogêneos que desempenhem papéis diversos e apoiem o ecossistema através de suas competências, como governo, universidades, indústria, instituições de apoio ao empresariado (JACKSON, 2012; OH et al., 2016). Um fator determinante no processo de reduzir as barreiras encontradas em um ecossistema são os envolvimento a nível de desenvolvimento de tecnologias e recursos entre universidades, fornecedores de tecnologia, clientes e startups (REYNOLDS; UYGUN, 2018). Esse processo desafiador requer a participação com afinco de todos os envolvidos em diferentes níveis, visando o melhor andamento dos projetos e mitigando as barreiras existentes (VLAISAVLJEVIC; MEDINA; VAN LOOY, 2020). Para isso, a cooperação se torna uma premissa e a necessidade das empresas cooperarem entre si se faz necessária, tendo em vista a complexidade e variedade de recursos necessários para as tecnologias da Ind 4.0 serem implantadas por uma empresa somente (incluindo competências baseadas em hardware, IoT, software, entre outros) (LIAO et al., 2017).

A confiança é outro mitigador importante das barreiras à adoção de tecnologias, e a sua ausência impede as empresas dentro do ecossistema de cooperarem, pois há medo dos agentes quanto ao vazamento de informações. (SUOMINEN; SEPPÄNEN; DEDEHAYIR, 2019). A literatura aponta como mitigador a esta barreira a existência de uma instituição neutra ou terceiro de confiança para garantir uma administração justa das decisões tomadas dentro do ecossistema. Assim, universidades ou outros coordenadores neutros semelhantes podem ser úteis para reduzir os efeitos do conflito de papéis e estresse entre os participantes (NAMBISAN; BARON, 2019). Quando as PMEs compõem o ecossistema de inovação, esse grupo de empresas deve compreender esta cooperação para a

geração de produtos mais conectados e inteligentes como um empreendimento, não determinado a um único objetivo ou tempo de execução (KAHLE et al., 2020; RADICIC; PUGH; DOUGLAS, 2020). Para esses casos, as empresas devem compreender esta cooperação entre os membros como uma forma de gerar uma rede, visto que atualmente, o desenvolvimento dos produtos para a Ind 4.0 é formado por diferentes capacidades, tendo as empresas que compõem o ecossistema a necessidade de buscar, aprender e desenvolver as capacidades oferecidas pelo outro participante (RONG et al., 2015).

2.5.3 Mitigadores das barreiras financeiras

Incentivos governamentais e políticas da indústria são necessários para potencializar os condutores e reduzir as barreiras financeiras percebidas para o desenvolvimento de produtos inovadores. Entre as iniciativas específicas para o desenvolvimento de produtos inovadores destacam-se: a) incentivos para projetos de bancada que servirão de modelo de referência para o setor; b) incentivos fiscais e recursos para aquisição de equipamentos inteligentes e importação de componentes; e c) regulamentação de segurança de dados (KAHLE et al., 2020). Portanto, a inovação colaborativa governo-universidade-indústria tornou-se um meio importante para as empresas ultrapassarem seus próprios recursos e capacidades e alcançarem uma produção mais limpa (YANG et al., 2021). A literatura aponta que a inovação colaborativa governo-universidade-indústria tem um efeito positivo na melhoria do desempenho da inovação e no avanço de tecnologias-chave (CASSIMAN; VEUGELERS, 2002; HOANG, H., ROTHÄRMEL, 2005).

No aspecto da lucratividade, PMEs tem seu conhecimento voltado as tecnologias básicas necessárias para a geração e desenvolvimento de produtos inteligentes. Tecnologias como sensoriamento e serviços digitais integrados são uma realidade para essas empresas. (KAHLE et al., 2020). No entanto, essas empresas buscam aumentar suas receitas através de tecnologias mais avançadas ligadas a produtos inteligentes, como a conectividade, digitalização e análise de dados. Para isso se faz necessário conhecimento sobre diferentes aspectos técnicos de alta tecnologia que são raramente encontrados em uma única empresa (DIJKMAN et al., 2015).

O Quadro 2 apresenta um resumo dos mitigadores de barreiras à adoção de tecnologias.

Quadro 2 – Mitigadores das barreiras às novas tecnologias

Barreiras	Resumo	Referências
Mitigação das barreiras à implantação	Liderança permanente e igualitária.	(DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018; GAWER; CUSUMANO, 2014; NAMBISAN; BARON, 2019; PARIDA et al., 2019; YANG et al., 2021)
	Comunicação contínua entre todos os envolvidos.	(KARATOP; KUBAT; UYGUN, 2015)
	Alocação de funcionários de acordo com as suas habilidades e níveis de conhecimento.	(KARATOP; KUBAT; UYGUN, 2015; T.R. MANOHARAN, 2011)
	Desenvolvimento de vastas conexões.	(PARIDA et al., 2019)
	Desenvolvimento de estratégia, cultura organizacional, e disciplina.	(CARAYANNIS et al., 2021; OH et al., 2016)
	Coordenação realizada pelas entidades de apoio.	(GUERRERO; URBANO; GAJÓN, 2020; KAHLE et al., 2020)
Mitigação das barreiras à cooperação	Disponibilização de infraestrutura física e financeira.	(JACKSON, 2012; RABELO; BERNUS, 2015)
	Colaboradores heterogêneos.	(JACKSON, 2012; OH et al., 2016)
	Integração no desenvolvimento de tecnologias e recursos entre universidades, fornecedores de tecnologia, clientes e startups.	(REYNOLDS; UYGUN, 2018)
	Envolvimento em todos os níveis.	(VLASAVLJEVIC; MEDINA; VAN LOOY, 2020)
	Confiança.	(NAMBISAN; BARON, 2019; SUOMINEN; SEPPÄNEN; DEDEHAYIR, 2019)
Mitigação das barreiras financeiras	Incentivos governamentais e políticas da indústria.	(KAHLE et al., 2020)
	Colaboração governo-universidade-indústria para ampliação de capacidades.	(BITTAR, 2018; CASSIMAN; VEUGELERS, 2002; HOANG, H., ROTHÄRMEL, 2005)
	Ampliação de receitas com a oferta de produtos inovadores.	(DIJKMAN et al., 2015)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seção a seguir apresenta as etapas metodológicas se serem adotadas neste estudo.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresentará os aspectos metodológicos escolhidos para o presente estudo.

3.1 Projeto de Pesquisa

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, dado o foco da pesquisa sobre qual o papel das entidades de apoio na implantação de novas tecnologias da Ind 4.0 por parte das PMEs de um ecossistema. A adoção de uma abordagem qualitativa foi dotada dada a natureza multifacetada e contextualizada do tema. De acordo com a literatura, estudos de caso qualitativos são recomendados para pesquisas que visam desenvolver e oferecer insights detalhados sobre a complexidade dos processos organizacionais e individuais (EISENHARDT; GRAEBNER, 2007; MILES et al., 2015; YIN, 2009). A metodologia de estudo de caso múltiplo é considerada mais convincente e robusta porque permite, também a análise de caso individual, e o escrutínio profundo entre os casos (EISENHARDT, 1989b; PATTON, 2002). Com base na revisão da literatura, optou-se por uma abordagem de codificação para a análise qualitativa do texto (SALDAÑA, 2015) e a teoria fundamentada (CORBIN; STRAUSS, 1990) O procedimento de codificação da literatura existente e dos dados coletados foi realizado no Software ATLAS TI e desvendou as barreiras na adoção da Ind 4.0 nas PMEs, bem como o papel das entidades na mitigação das barreiras identificadas (CORBIN; STRAUSS, 2007).

3.2 Escolha dos casos

As atividades associadas à coleta de dados para este estudo iniciaram com a definição do perfil das empresas a serem investigadas. O estudo se concentrou em organizações com participação em um ou mais de um ecossistema de inovação e associadas ao processo de implantação das tecnologias da Ind 4.0. As organizações foram categorizadas em três grupo. O primeiro grupo incluiu empresas de médio e pequeno porte que desenvolvem ações relacionadas como iniciativas da Ind 4.0. O segundo grupo incluiu as empresas fornecedoras de tecnologia voltadas a Ind 4.0 (IA, IoT, robótica, computação em nuvem, integração de sistemas e digitalização). Já

o terceiro grupo, incluiu entidades de apoio (centros tecnológicos, universidades e órgãos governamentais) que conduzem iniciativas de transformação digital junto às empresas. As PMEs e os fornecedores mostraram-se bastante abertos à discussão, mas exigiram confidencialidade quanto à divulgação de suas marcas.

O Quadro 3 indica a classificação dos critérios utilizados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Para o presente estudo, foram adotados os critérios de classificação de porte de empresa do BNDES.

Quadro 3 – Classificação porte das empresas

Porte	SEBRAE		BNDES
	Indústria	Comércio e Serviços	Receita operacional bruta anual (R\$)
Pequeno	De 20 a 99 empregados	De 10 a 49 empregados	Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões
Médio	De 100 a 499 empregados	De 50 a 99 empregados	Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os detalhes das empresas que participaram do estudo são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Perfil das empresas com iniciativas para a Ind 4.0

Grupo	Empresa	Faturamento 2019 (R\$)	Details
PMEs	Empresa A	5 milhões	Prestadora de serviços de usinagem, com estratégia de mercado voltada para a linha automotiva e agrícola.
	Empresa B	3,9 milhões	Vulcanizadora, com estratégia de mercado voltada para o segmento agrícola e elevadores comerciais.
	Empresa C	3,4 milhões	Fabricante de quadros de comando, com sua estratégia comercial voltadas para o mercado de automação industrial, fabricação de máquinas e construção civil.
	Empresa D	0,8 milhões	Fabricante de produtos para a gastronomia industrial, com sua estratégia comercial voltada para o mercado de padarias e supermercados.
	Empresa E	0,72 milhões	Prestadora de serviços de manutenção eletroeletrônica de motores e inversores de frequência, com sua estratégia comercial voltada para o mercado de máquinas elétricas de todos os segmentos.

Grupo	Empresa	Faturamento 2019 (R\$)	Details
Fornecedores	Fornecedor A	0,5 bilhões	Maior empresa de software do Brasil, sendo a líder do mercado brasileiro em ERP.
	Fornecedor B	80 milhões	Líder na América Latina no segmento de CAD e CAM, a empresa também está posicionada no segmento de softwares para controle de produção.
	Fornecedor C	12 milhões	Segmento da automação industrial, voltada para a conectividade entre ativos e segurança do trabalho (NR12).
	Fornecedor D	8 milhões	Desenvolvedora de sistemas de integração e automação industrial.
	Fornecedor E	3 milhões	Desenvolvedora de software para controle de processo.
	Fornecedor F	0,8 milhões	Desenvolvedora de hardware e software para o controle e gerenciamento energético de ativos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As entidades de apoio participantes do estudo são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Entidades de apoio

ACATE (Associação Catarinense de Tecnologia)	A associação tem como missão apoiar o ecossistema local de ponta a ponta, das startups às empresas de grande porte, gerando conexões que fortalecem o setor de tecnologia.
FIEMG (Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais)	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais.: A instituição oferece às empresas assessoria e apoio em áreas vitais como crédito e financiamento, tributária, meio ambiente e trabalhista. A FIEMG trabalha para que a indústria mineira se torne cada vez mais competitiva, inovadora e sustentável, capaz de gerar novos negócios, riqueza e desenvolvimento.
SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas)	É uma entidade que apoia e fomenta a criação, a expansão e a modernização das micro e pequenas empresas de todo o Brasil, capacitando-as para cumprir com eficácia o seu papel no processo de desenvolvimento econômico e social.
SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) – Instituto em Mecatrônica	Focada no desenvolvimento de soluções inteligentes para a Indústria 4.0, a instituição tem seu modelo de negócio voltado a prestação de serviços e desenvolvimento de soluções voltado as necessidades da indústria nacional.
SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) -São Paulo	Focada na aplicação das tecnologias da Indústria 4.0, desenvolvendo parcerias nacionais e internacionais sobre o tema, a instituição vem difundindo os conceitos da criação de ecossistemas de inovação para sustentar as iniciativas das empresas na transformação digital.

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Através do seu núcleo de engenharia organizacional (NEO) com apoio de outras entidades fora desenvolvido o programa ALMA 4.0 que tem como missão desenvolver soluções integrais para a Ind 4.0 mediante a complementação e integração de competências e tecnologias das empresas parceiras, buscando atender necessidades empresariais no contexto regional do Estado do Rio Grande do Sul.
---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Coleta dos dados

A coleta de dados foi realizada através de entrevistas semiestruturadas realizadas por plataforma digital e presencial com profissionais das PMEs diretamente ligados a projetos da Ind 4.0, fornecedores de tecnologias da Ind 4.0 e entidades de apoio que atuam em um ecossistema de inovação. Um guia de entrevistas foi desenvolvido para assegurar a consistência do conteúdo e procedimento das entrevistas, vide Apêndice A. Este guia continha um conjunto de questões afim de entrevistar os profissionais das PMEs, fornecedores de tecnologias da Ind 4.0 e entidades de apoio. Todas as questões foram aplicadas para todos os entrevistados e seus resultados denotaram pontos de vistas distintos sobre o mesmo tema. O processo de confrontar pontos de vista diferentes sobre a relevância de cada elemento dentro de um ecossistema, aponta a essencialidade de um elo entre as expectativas e realidades de todos os atores. Esse elo pode mitigar possíveis barreiras e frustrações ao longo de um projeto de implantação de tecnologia da Ind 4.0.

As entrevistas ocorreram entre setembro de 2019 e julho de 2021. Para desenvolvimento do guia, realizou-se um levantamento bibliográfico através da busca de artigos científicos elaborados sobre o tema. Isto possibilitou a compreensão teórica como instrumento fundamental. A teoria estudada incluiu barreiras de adoção da Ind 4.0 e seus mitigadores, bem como o papel das entidades de apoio para alavancar um ecossistema de inovação. Os questionários foram pautados por tais temas e continham perguntas idênticas para ambos os grupos de entrevistados. As entrevistas foram executadas através da plataforma de comunicação virtual e presenciais. Estas foram gravadas e em seguida transcritas (MILES; HUBERMAN, 1994). Quaisquer dúvidas remanescentes das entrevistas foram esclarecidas diretamente com os entrevistados.

O perfil dos entrevistados é apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Perfil dos Entrevistados

	Posição	Experiência
Empresa A	Diretora	20 anos
	Diretor Industrial	8 anos
Empresa B	Diretor Geral	10 anos
	Coordenador Industrial	4 anos
Empresa C	Diretor Administrativo	11 anos
	Diretor Industrial	11 anos
Empresa D	Diretor Industrial	6 anos
Empresa E	Diretor Administrativo	12 anos
	Coordenador Industrial	8 anos
Fornecedor A	Diretor de Operações	15 anos
	Analista de Operações	11 anos
Fornecedor B	Coordenador de Tecnologia	6 anos
Fornecedor C	Diretor	18 anos
	Especialista em Tecnologia	6 anos
	Especialista em Tecnologia	4 anos
Fornecedor D	Diretor de Tecnologia	5 anos
Fornecedor E	Analista de Operações	4 anos
Fornecedor F	Diretora	7 anos
ACATE (Associação Catarinense de Tecnologia)	Diretor de Inovação	4 anos
	Coordenador de Inovação	8 anos
FIEMG (Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais)	Gerência de Tecnologia	6 anos
	Analista de Desenvolvimento	4 anos
SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas)	Coordenador	10 anos
	Coordenador	9 anos
SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) – Instituto em Mecatrônica	Analista de Desenvolvimento	6 anos
	Analista de Desenvolvimento	2 anos
SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) -São Paulo	Gerente de Operações	6 anos
	Analista de Desenvolvimento	5 anos
UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)	Professor e Pesquisador	6 anos
	Professor e Pesquisador	7 anos

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Análise dos dados

Após as entrevistas, os dados foram analisados aplicando análise qualitativa de conteúdo para todas as respostas dos entrevistados afim de se identificar as semelhanças e diferenças entre a percepções e necessidade dos entrevistados (MILES; HUBERMAN, 1994). Os dados das entrevistas foram analisados para identificar se o caso atingiria os requerimentos da presente pesquisa. Esses dados foram transcritos e codificados utilizando o Software ATLAS TI, seguindo o procedimento de codificação descrito na literatura (CORBIN; STRAUSS, 2016). A análise desses dados permitiu sua classificação em categorias relacionadas com a questão de pesquisa. Dessa forma foi possível garantir que as informações relevantes haviam sido coletadas. A triangulação feita a partir dos dados coletados proporcionou a confiabilidade dos achados e validação dos construtos (EISENHARDT, 1989a; GIBBERT; RUIGROK, 2010; YIN, 2013). Por fim, os achados foram comparados com a literatura. Os achados foram catalogados em grupos para identificação de lições aprendidas a fim de identificar como o contribuir com a literatura acadêmica.

4. ACHADOS

A análise dos dados coletados nas entrevistas desvelou as barreiras à adoção da Ind 4.0 bem como seus mitigadores relacionado a inicialização das PMEs nestas tecnologias. Quanto as entidades de apoio, foco desta pesquisa, a triangulação dos resultados demonstra que os achados indicam que para PMEs necessitam dos seguintes apoios destas entidades: a) sensibilização interna acerca das possibilidades e benefícios relacionados à adoção de tecnologias da Ind 4.0; b) análise e seleção das alternativas mais adequadas à realidade de cada empresa; c) implantação das soluções; e d) gestão da pós-implantação das soluções. Mais detalhes sobre esses achados são apresentados a seguir.

4.1 Sensibilização

Os achados demonstram que a sensibilização interna se constitui na primeira ação a ser desenvolvida quando da implantação das tecnologias da Ind 4.0. Para a PMEs, muitas vezes, essa sensibilização demanda investimentos em consultorias, uma vez que tempo disponível para treinamentos e conhecimento da gestão sobre as tecnologias para a maioria das PMEs é muito superficial, assim como tempo e envolvimento com fornecedores de tecnologias emergentes. Também é comum a necessidade de se reavaliar e desenvolver novos indicadores e processos. Essa sensibilização objetiva mitigar a resistência de todos os colaboradores da empresa às novas tecnologias. A pesquisa aponta que colaboradores das PMEs parecem temer o aumento de controles por parte da empresa, bem como o incremento na pressão por melhores resultados.

Ocorre que as PMEs não dispõem de recursos ou conhecimento para mitigar as resistências internas. Essas lacunas podem ser preenchidas pelas entidades de apoio. Uma boa sensibilização dos colaboradores das PMEs demanda a apresentação à essas pessoas dos benefícios que a tecnologia pode proporcionar à PME em todos os níveis (operacionais, táticos e estratégicos). Para tanto, as entidades de apoio promovem quando inseridas em ecossistemas de inovação, apresentam palestras e ofertam treinamentos relacionados aos temas tecnológicos que auxiliam a mitigar o impacto das mudanças relacionadas a inserção das tecnologias dentro das organizações. Essas ações objetivam difundir o

conhecimento acerca de novas tecnologias e como elas podem contribuir para o aprimoramento do processo produtivo, das pessoas e resultados financeiros. Além dessas ações, as entidades promovem debates dentro da PME. Tais debates parecem tornar a transformação tecnológica menos traumática, eis que os debates enfocam os formadores de opinião de diferentes níveis hierárquicos. O envio desses líderes a eventos relacionados ao tema se constitui noutra prática que ajuda a mitigar resistências entre os colaboradores da PME. Alguns entrevistados destacam ainda que as entidades devem apoiar a disseminação interna dos conhecimentos adquiridos por todos os participantes. A seguir estão alguns depoimentos relevantes.

“Sensibilizar é a palavra-chave para a transformação. É necessário em todos os envolvidos dentro da empresa, desde os aprendizes à direção tenham o mesmo engajamento quanto as mudanças tecnológicas, isso gera integração dos membros e perpetuação dos resultados” (Diretora na Empresa A).

“A tecnologia encanta e assusta. As facilidades relacionadas em termos todas as informações na palma de nossas mãos facilitam em muito a tomada de decisão, porém, também demonstra como estamos expostos ao controle sobre nosso cotidiano dentro das organizações. Tranquilizar as equipes, demonstrando que o grande objetivo da tecnologia é o controle sobre os processos e não sobre as pessoas pode ser um dos principais papéis das entidades de apoio dentro dos ecossistemas de inovação” (Fornecedor da empresa C)

Os resultados da pesquisa também demonstram que a sensibilização inclui também a identificação e demonstração de como as tecnologias podem reduzir o tempo entre a detecção e a resolução dos problemas da empresa. Para tanto, as entidades devem indicar como e com qual intervalo de tempo as tecnologias podem informar os tomadores de decisão acerca da causa raiz do problema detectado (dentre essas tecnologias se citem: IoT, gêmeos digitais, e Big Data). As entidades devem ainda ajudar a PME a quantificar os resultados reais passíveis de serem auferidos com a agilização dos processos. A referida quantificação se constitui num elemento capaz de remover as barreiras remanescentes, pois permite aos

empresários avaliar a viabilidade dos investimentos passíveis de serem realizados pela empresa.

As entidades podem ainda contribuir com o aprimoramento do negócio, bem como, com redução dos seus custos operacionais das PME's. Esse aprimoramento pode se dar por meio da indicação de novos produtos ou serviços que a empresa poderá ofertar após a adoção das novas tecnologias ou através dos controles sobre seus custos operacionais. Documentos disponibilizados ao pesquisador pelas entidades de apoio participantes do projeto revelaram exemplos dessas contribuições. Segundo relatos de um dos representantes da ACATE, a entidade sugeriu à PME a adoção de sensores de processo inteligentes. Esses sensores coletam informações dos motores elétricos dos principais equipamentos da empresa que são processadas pela Big Data. O processamento cruza diferentes variáveis e dissemina os resultados internamente (em segundos e para todos os níveis hierárquicos da PME). Essas análises se baseiam em informações disponíveis, as quais só puderam ser processadas a um custo-benefício atrativo após a adoção das novas tecnologias. Seus resultados demonstraram a necessidade, bem como a viabilidade de troca dos motores por motores mais modernos com menor consumo de energia e melhor desempenho. Outro relato da entidade FIEMG indica ainda que a viabilização de um processamento rápido e barato permitiu à PME explorar novas oportunidades de mercado. Esse foi o caso do desenvolvimento de soluções passíveis de serem embarcadas nos produtos da PME. As referidas soluções ajudaram a PME a melhor entender as demandas não atendidas de seus clientes. Esse entendimento permitiu à PME ofertar um conjunto de soluções adaptáveis a diferentes segmentos de mercado. A seguir estão alguns depoimentos relevantes.

“Com as informações geradas por hardwares atuais, não se faz necessário termos a equipe de manutenção interna. Podemos trabalhar de forma proativa com os dados coletados para prever às paradas dos equipamentos principais e seus impactos para o negócio” (Diretor no Fornecedor C).

“Com as informações em tempo real, mensurando nossos processos, podemos adentrar em novos mercados e ofertas nossos equipamentos

para novas oportunidades de negócios.” (Diretor administrativo da empresa E).

Os achados revelam ainda que as PMEs confundem suas necessidades momentâneas em termos de mercado com suas demandas de longo prazo. Essa confusão pode levar as empresas a escolherem tecnologias inadequadas aos seus processos e produtos. Tais escolhas equivocadas consomem tempo e recursos preciosos. Novamente aqui verifica-se a importância do apoio das entidades às PMEs. Para evitar esses problemas, as entidades desenvolvem ações de capacitação gerencial e aconselhamento técnico. Essa capacitação e aconselhamentos enfoca os produtos e processos que devem ser priorizados quando da transformação digital, analisando viabilidades futuras de novas oportunidades comerciais. A sensibilização acerca da rota de investimentos mais adequada permite que as PMEs sejam mais assertivas quando da avaliação do retorno dos investimentos que se fazem necessários. As entrevistas feitas com os gestores revelam ainda que o sucesso na referida capacitação demanda o envolvimento de todos os gestores da empresa em todos os níveis hierárquicos. Uma vez capacitados pela entidade, cumpre a esses gestores interagir com os profissionais de campo da entidade. Nessas interações, gestores e profissionais de campo da entidade devem definir quais indicadores devem ser considerados na transformação digital, como se avaliar as informações providas por esses indicadores, e como se aprimorar a tomada de decisão baseada nesses indicadores. Os indicadores definidos devem ajudar a PME a extrair o máximo de seus investimentos em tecnologia.

4.2 Seleção de alternativas

Uma segunda linha de ação das entidades deve focar a análise e seleção das soluções tecnológicas mais adequadas. PMEs que dispensam o apoio das entidades nessa etapa podem enfrentar problemas por tomarem ações precipitadas ou isoladas, não sendo essas soluções aderentes as necessidades da empresa. Por muitas vezes essas tecnologias estão mais ligadas a automação dos seus processos e não necessariamente na análise dos dados de produção. Isso não pode ser visto como um problema, e sim como um investimento isolado sobre uma

necessidade específica da empresa, se tornando por muitas vezes um investimento logo obsoleto ou com dificuldades de comunicação com as demais tecnologias integradoras. Esta diversidade de tecnologias e empresas fornecedores de soluções atenuam o problema atribuída à diversidade e complexidade das alternativas tecnológicas passíveis de serem adotadas por uma PME. Via de regra, as soluções são apresentadas de forma isolada pelos fornecedores de tecnologia. Para viabilizar o fechamento do negócio, esses fornecedores indicam apenas como suas soluções podem atender às necessidades momentâneas da compradora. Nenhuma análise mais alinhada com a realidade da PME é feita pelos fornecedores. Os achados indicam que o apoio das entidades favorece a troca de experiências e interação entre as partes interessadas (fornecedores, empresas, comunidade, universidades, startups, ONGs). Uma das formas de incrementar as informações pelas entidades de apoio é através da organização de fóruns diversos entre todos os integrantes da cadeia. Esses fóruns ajudam as empresas a identificar as melhores soluções tecnológicas, a facilitar a implantações de softwares ou hardwares, e a otimizar o retorno financeiro de curto prazo provido pela solução. Conforme apurado, o retorno do investimento deve ocorrer com a maior brevidade possível afim de se considerar incertezas econômicas e políticas nacionais e globais. Cumpre destacar que a viabilização do retorno financeiro no prazo indicado também beneficia os fornecedores. Para esses fornecedores, a viabilização do retorno no prazo estipulado abre espaço para a realização de novos negócios junto à PME. Os achados evidenciam ainda que as entidades de apoio podem suscitar novos projetos entre as partes por meio de recompensas sociais, ligadas ao bem-estar dos atores.

Além de promover a interação entre comprador e os possíveis fornecedores, as entidades de apoio ajudam a alinhar as expectativas de cada um dos envolvidos nos ecossistemas quando da adoção das tecnologias da Ind 4.0. Para promover esse alinhamento, as entidades inicialmente buscam promover acordos e contratos bem redigidos entre fornecedores e compradores. Esses acordos abarcam entregas do projeto, funcionalidades tecnológicas, etapas a serem executadas quando da implantação da Ind 4.0, e datas e recursos necessários. Ferramentas de gestão de projetos por muitas vezes são utilizadas para esse gerenciamento. Esses acordos podem ser facilitados caso a entidade ajude a PME a construir um *Roadmap* da implantação da Ind 4.0. Esse *Roadmap* deve detalhar os objetivos de cada ator envolvido, as etapas, a criticidade de cada etapa, as tecnologias a serem

empregadas, e os recursos financeiros necessários. Um bem orquestrado *Roadmap* aprimora a gestão da implantação das tecnologias. A seguir estão alguns depoimentos relevantes referente ao tema de acordo com os entrevistados.

“A visão criada pelos parceiros durante o planejamento nos auxilia a decidir onde e como disponibilizar ativos a fim de termos o melhor desempenho. Sem esse auxílio estaria à mercê dos fornecedores de forma isolada” (Diretor Industrial da Empresa C).

“Auxiliar as empresas na tomada de decisão é um papel das entidades de apoio. A imparcialidade das entidades norteia os investimentos juntos aos atores do ecossistema e maximiza dos ganhos” (Analista de Desenvolvimento na FIEMG).

A contribuição das entidades de apoio não passa despercebida. Sua imparcialidade, tendo em vista sempre o melhor para a empresa, faz com que empresas fornecedoras de tecnologia se equiparem em inovação buscando atender as necessidades dos nossos clientes finais. (Analista de Desenvolvimento na SENAI Mecatrônica Caxias do Sul).

As entidades também devem ajudar a PME a selecionar o parceiro mais adequado em termos tecnológicos. Essa seleção deve considerar o entendimento que o parceiro tem acerca das necessidades do projeto. Esses parceiros usualmente estão associados às entidades de classe (ANFAVEA, Sindipeças, CNI etc.) ou aos sindicatos que representam os trabalhadores (UST, CUT, CTB etc.). Novamente aqui os achados sugerem que as entidades de apoio desempenham um importante papel na indicação de parceiros que efetivamente possam ajudar as PMEs. Dentre os benefícios providos por um parceiro, se citem: acesso a fundos de desenvolvimento, apoio na capacitação de recursos diversos, acesso a portais e consultoria. Além disso, os parceiros ajudam a divulgar a mudança tecnológica em análise. Essa visibilidade traz benefícios à imagem de todos os atores no mercado (PME, consultores, fornecedores), ajudando a viabilizar novos negócios dentro e fora dos ecossistemas. Os benefícios providos pelos parceiros também ajudam a mudar a postura das PMEs (do foco individualista para o colaborativo). Essa mudança facilita a cocriação de novas soluções, o que parece beneficiar todos os atores do ecossistema.

“Procuramos novas oportunidade de mercado e a criação de uma rede de negócios através da participação do ecossistema de inovação. Sem isso

não teríamos como ter acesso a tanto benefícios financeiros e tecnológicos” (Diretor de Operações no Fornecedor A).

As entidades de apoio atuam ainda no apoio à estruturação dos novos negócios identificados na etapa anterior (ex.: prestações de serviços, personalização de projetos e geração de receita por utilização da solução). Para tanto, as entidades incentivam a prospecção e exploração conjunta de oportunidades dentro e fora do ecossistema. O acesso às tecnologias de baixo custo e de fácil utilização auxiliam o fortalecimento das relações entre os atores do ecossistema de inovação voltados à prestação de serviços. Conforme apurado, a efetiva participação dos atores no ecossistema vai além da tecnologia e produto. Um exemplo é o uso dos dados gerados em novos produtos ou serviços. Para tanto, as entidades devem prover novas capacitações alinhadas com a necessidade dos atores do ecossistema, monitorar a confiabilidade dos produtos, e ajudar a aprimorar a eficiência das novas soluções ou negócios. Todas essas possibilidades ajudam a alavancar novos negócios para todos os atores do ecossistema.

4.3 Implantação

O próximo bloco de ações das entidades abarca a implantação das soluções concebidas na etapa anterior. Para tanto, as entidades devem ajudar os atores a avaliar o conhecimento necessário para o sucesso do projeto, prover capacitações adicionais e envolver as pessoas no projeto, bem como ajudar com as necessidades periféricas de infraestrutura para o bom andamento do projeto. Quando necessário, devido ao seu grande portfólio de pessoas e empresas em cada segmento, as entidades podem ainda indicar profissionais que podem ajudar na implantação do projeto. Além disso, as entidades precisam aprimorar a sinergia dos envolvidos, estipulando de acordo com o Roadmap desenvolvido as entregas e expectativas em cada ponto executado. O desenvolvimento de pessoas comprometidas com as mudanças precisa se basear nos cenários econômicos, sociais e tecnológicos das empresas. Esse envolvimento deve considerar as expectativas de desempenho de cada ator, a explicitação dos papéis dos diferentes atores, e o aprimoramento da comunicação entre todos os níveis hierárquicos dos diferentes atores envolvidos. Cumpre ainda as entidades de apoio sugerir benefícios passíveis de serem providos

por cada ator ou auxiliar na definição das métricas de cada etapa da implantação da solução.

“A chance de o trabalho dar certo ou errado está relacionado a entrega das pessoas e dos parceiros. Sem sinergia, apenas existirão trabalhos isolados dentro e fora das empresas” (Coordenador de Inovação na ACATE).

“Sem os conhecimentos periféricos das entidades de apoio afim de suprir as necessidades de infraestrutura, bem como definir junto aos parceiros em que momento cada recurso deve ser inserido ao processo para melhor desempenho, as PME’s estariam sendo bombardeadas de soluções isoladas e eficazmente pouco aplicáveis.” (Diretor administrativo da empresa C).

As entidades devem ainda contribuir com o aprimoramento das equipes operacionais dos atores do ecossistema. Para tanto, as entidades indicam pessoas que detenham algum conhecimento relevante e não dominado por dado ator ou apoiem as PMEs quando da seleção de novos profissionais. Essa seleção deve considerar as competências técnicas e comportamentais do candidato, através de entrevistas técnicas e averiguações in loco quando aplicável as soluções propostas, bem como sua disponibilidade para a participação no projeto. Além disso, as entidades de apoio organizam encontros e eventos para aprimorar o engajamento de todos os envolvidos. Nesses momentos, as entidades buscam reforçar a importância das pessoas para o sucesso do projeto. Esse reforço é acompanhado da prospecção de profissionais que possam aprimorar os resultados desses encontros (esses profissionais podem estar dentro ou fora do ecossistema). Uma análise documental revelou que esses profissionais possuem perfis técnicos aderentes as tecnologias do projeto.

Após a captação e engajamento dos profissionais, as entidades podem ajudar as PMEs a avaliar os recursos necessários para a execução do projeto. Nessa ajuda, as entidades de apoio parecem exercer o papel de abalizador, buscando junto a sua rede de relacionamento atores que possam suprir essas necessidades. Esses parceiros podem ajudar as entidades a avaliar e garantir que os todos os recursos necessários estejam disponíveis. Relatórios sugerem que os diferentes atores

valorizam o respaldo das entidades de apoio, uma vez que tal apoio reduz o transcorrido tempo entre a detecção da necessidade e a implantação de uma ação. O referido apoio ajuda ainda a aprimorar a contribuição entre os participantes do ecossistema.

As entidades podem ainda ajudar a mitigar os conflitos entre os membros do ecossistema, de formas a alavancar futuras cooperações. Para tanto, as entidades buscam reforçar a conscientização de todos os atores da equipe acerca de seus limites e papéis. Tal reforço ajuda a posicionar as entidades como norteadores das PMEs e demais atores. O papel de norteadora posiciona as entidades como um elo essencial quando da resolução de dificuldades, do provimento de informações relevantes sobre os recursos financeiros e tempos de duração das atividades. Uma atuação norteadora confere às entidades autoridade perante os demais atores, habilitando-a a mediar eventuais disputas. O sucesso nessa mediação demanda uma bem orquestrada comunicação. Essa comunicação deve viabilizar o compartilhamento de opiniões, problemas, necessidades e expectativas. O sucesso na mediação também requer que as entidades atuem com discrição, empatia, justiça e espontaneidade. Uma boa comunicação ajuda a entidade a criar um ambiente favorável à manifestação de opiniões e à proposição de soluções inovadoras.

“Comunicação é a chave para o sucesso, caso não tenhamos a solução entre os atores, nossa rede de captação vai localizar novos integrantes que nos auxiliaram em nossos desafios”. (Diretor de Inovação na ACATE).

“por muitas vezes temos mais de uma solução para o problema dentro do mesmo ecossistema, não podemos olhar isso com uma forma de conflito e sim de intender qual das ofertas se adapta melhor a necessidade final. A ideia principal sempre é a sinergia entre os atores”. (Analista de Processos FIEMG)

4.4 Pós-implantação

O trabalho das entidades não se encerra na implantação das soluções. Conforme apurado juntamente aos entrevistados, atividades adicionais precisam ser desenvolvidas após a implantação das soluções relacionadas à Ind 4.0.

As ações desenvolvidas pelas entidades após a implantação das soluções têm início na avaliação periódica dos resultados relacionados às tecnologias da Ind 4.0. Essa avaliação objetiva monitorar resultados ou propor a análise de novas soluções alinhadas com as futuras necessidades da PME. Para tanto, as entidades de apoio atuam de forma igualitária junto a todos os atores do ecossistema, auxiliando na análise dos próximos passos e oportunidades.

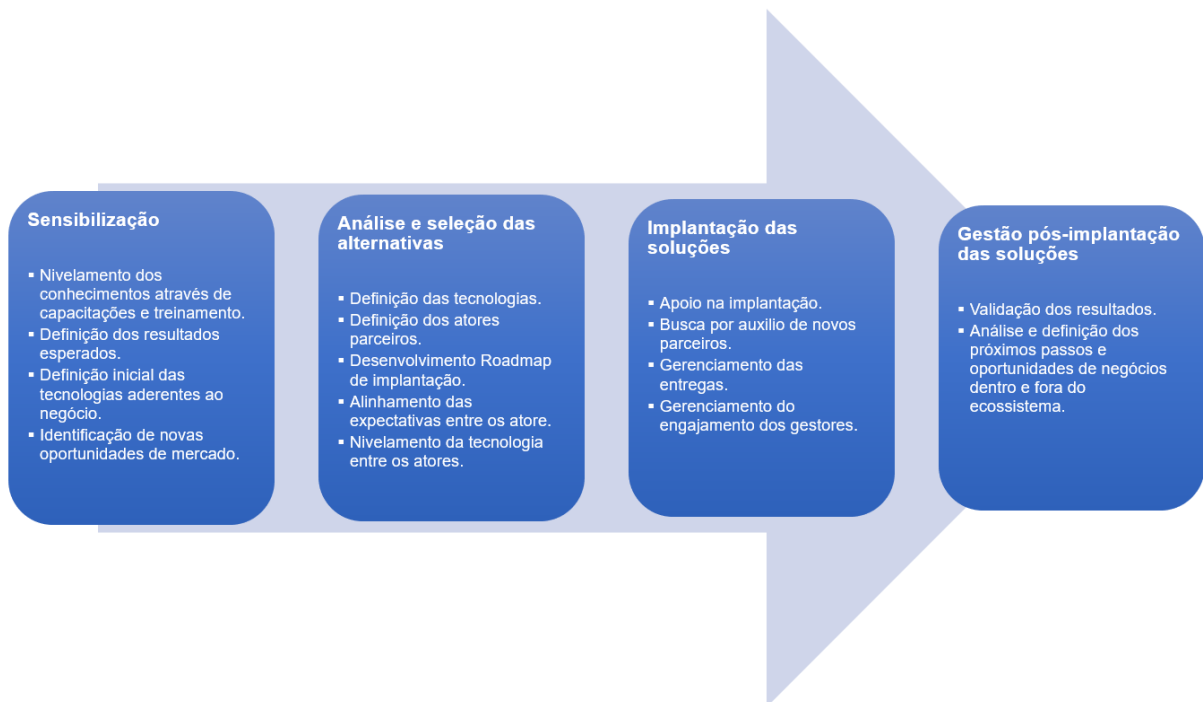
O sucesso nas ações pós-implantação requer ainda que as entidades de apoio sejam proativas. Essa proatividade pressupõe o uso de dados gerados pelas empresas para desvelar novas oportunidades. Dentre essas oportunidades se citem: capacitação com base no perfil dos clientes, melhorias na eficiência operacional, monitoramento de produtos ou novas formas de precificar as soluções da Ind 4.0 (ex.: *pay-per-use* ou *pay-per-results*). A análise dessas possibilidades ajuda a aprimorar os resultados das PMEs e dos demais atores do ecossistema. As referidas análises podem ainda revelar novos modelos de negócios para todos os atores do ecossistema. Esse é o caso da mudança do foco da organização: da venda de produtos para a venda serviços. Trata-se de uma mudança para modelos inteligentes de negócio. Esses novos modelos parecem ser mais bem alinhados com as necessidades dos clientes finais, reduzindo a chance da ocorrência de projetos de adoção de tecnologias inconsistentes.

As entidades também podem ajudar o ecossistema ao suscitar comparações com outros ecossistemas. Essas comparações ajudam a aprimorar a criação de valor dos atores por meio da análise de papéis alternativos para os membros de um ecossistema ou por meio da identificação de novas necessidades não contempladas pelos membros do ecossistema da entidade. As comparações também podem suscitar a formação de parcerias entre as empresas de diferentes ecossistemas. Essas parcerias aprimoram a criação de valor por meio de uma nova configuração de papéis desenvolvido por atores diferentes.

A verificação da entrega das recompensas acordadas no início do projeto constitui outra ação desenvolvida pelas entidades. Essas recompensas têm papel essencial nas mudanças estruturais dos ecossistemas, principalmente no que tange à expansão dos negócios dos atores. Os achados indicam que essas recompensas devem se basear numa relação ganha-ganha entre as partes. Nessa relação, os atores precisam considerar as necessidades do ecossistema. A Figura 1 sintetiza e as ações de **sensibilização** interna acerca das possibilidades e benefícios

relacionados à adoção de tecnologias da Ind 4.0; a análise e **seleção das alternativas** mais adequadas à realidade de cada empresa; a **implantação das soluções**; e a gestão da **pós-implantação das soluções**. Esta descrição se baseia na tabulação das entrevistas de acordo com a relevância e papel das entidades de apoio dentro de um ecossistema de inovação

Figura 2 – Ações das entidades de apoio às PMEs na mitigação de barreiras de adoção à Ind 4.0



Fonte: Elaborado pelo autor.

5. Discussão

Os resultados deste estudo ajudam a compreender o papel das entidades de apoio na inovação das PMEs. Conforme visto, essas entidades aprimoram as conexões entre os integrantes de um ecossistema por meio da formação de uma rede de conhecimentos. Um melhor alinhamento entre os atores pode alavancar a inovação e os resultados financeiros das empresas, objetivo maior das entidades (DALLASEGA; RAUCH; LINDER, 2018; DE SILVA; HOWELLS; MEYER, 2018). Além disso, os resultados contribuem ao indicar as ações que as entidades podem executar quando do apoio às PMEs. Uma possibilidade é apoiar a PME na adaptação de seus produtos e processos. Essa adaptação objetiva explorar as oportunidades existentes junto aos diferentes atores do ecossistema (GRANSTRAND; HOLGERSSON, 2020). As entidades também podem ajudar as PMEs a prospectar e implantar a melhor alternativa tecnológica disponível dentro ou fora de seus ecossistema (FUKUDA, 2020). Essas contribuições foram divididas em fases: sensibilização, seleção das alternativas, implantação de tecnologias e gestão da pós-implantação. Detalhes abaixo.

5.1 Sensibilização

A sensibilização interna se constitui na primeira ação desenvolvida pelas entidades para apoiar a transformação de processos ou produtos baseado nas tecnologias da Ind 4.0. A sensibilização tem início no aprimoramento de conhecimentos dos diferentes níveis hierárquicos da PME. Esse aprimoramento ajuda a mitigar as deficiências cognitivas e conceituais relacionadas à inovação, bem como pode facilitar a integração de todas as partes interessadas nas tecnologias emergentes (REISCHAUER, 2018; REISCHAUER; GÜTTEL; SCHÜSSLER, 2021). Os achados sugerem ainda que o aprimoramento do conhecimento orquestrado pelas entidades ajuda a antecipar e mitigar as barreiras internas a projetos complexos (como os projetos da Ind 4.0). Parte dessa barreira pode estar relacionada aos custos da tecnologia (BREUNIG et al., 2017; KAMBLE; GUNASEKARAN; SHARMA, 2018; OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). Essas conclusões contribuem ao indicar que a sensibilização baseada no aprimoramento

de conhecimentos que é promovida pelas entidades pode mitigar as barreiras à tecnologia indicadas na literatura (KAHLE et al., 2020; RAJ et al., 2020).

As entidades também sensibilizam as PMEs por meio da apresentação de oportunidades de negócios passíveis de serem exploradas no ecossistema. Essas proposições se apoiam nas competências usualmente verificadas nas entidades. Dentre essas competências, destaque-se a capacidade para adquirir ou desenvolver conhecimentos tecnológicos. Este estudo contribui ao indicar que as competências de uma entidade também podem mitigar as lacunas de conhecimento das PMEs (REISCHAUER; GÜTTEL; SCHÜSSLER, 2021). Neste caso, as lacunas relacionadas às oportunidades de mercado.

Debates organizados e mediados pelas entidades de apoio se constituem noutra ação de sensibilização. Esses debates versam sobre os resultados passíveis de serem atingidos com a tecnologia. A perspectiva dos ganhos sensibiliza os gestores das empresas, facilitando a tomada de decisão acerca dos investimentos em tecnologia que podem proporcionar melhor e mais rápido retorno. As entidades abordam eventuais resistências aos investimentos ao apoiar a revisão e apuração dos indicadores usados pelas PMEs. Esses achados contribuem ao indicar que os debates organizados pelas entidades sensibilizam as PMEs, de formas a mitigar a barreira relacionada aos altos custos das soluções tecnológicas (KAHLE et al., 2020), ou mesmo a aversão às novas tecnologias (RAJ et al., 2020).

As entidades também sensibilizam por meio do provimento de informações acerca dos resultados auferidos por outras organizações após a adoção de dada tecnologia. Essa informação ajuda a mitigar restrições aos investimentos pelas PMEs, bem como revela parceiros do ecossistema de inovação que poderiam ajudar as PMEs em seu processo de transformação. Os achados contribuem ao indicar que a sensibilização proporcionada pelas entidades aprimora a tomada de decisões (DIENER; LUETTGENS; PILLER, 2020; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

5.2 Seleção das alternativas

As entidades apoiam as PMEs na seleção de alternativas tecnológicas e de parceiros que podem viabilizar o bom andamento do projeto. A escolha de parceiros e tecnologias se baseia nos objetivos do projeto elaborado na fase anterior. Esses achados contribuem ao indicar como as entidades ajudam a aprimorar os problemas

de planejamento e conhecimento das empresas (MOEUF et al., 2018b; RAJ et al., 2020). As descobertas contribuem ao revelar que entidades de apoio se constituem no elo entre empresas e atores dentro do ecossistema. Esse papel posiciona as entidades como um importante ator na rede de transferência de conhecimento de um ecossistema (BARRIE; ZAWDIE; JOÃO, 2019). A importância desse papel está relacionada à prospecção e apresentação do conhecimento externo efetivamente demandado pelo projeto (DE SILVA; HOWELLS; MEYER, 2018). Trata-se de viabilizar o acesso dos diferentes atores aos conhecimentos multidisciplinares dos demais atores do ecossistema (CURLEY; SALMELIN, 2013; PERKMANN; SCHILDT, 2015).

As entidades precisam atualizar constantemente sua própria base de conhecimentos. Essa atualização revela novas oportunidades para a combinação das potencialidades dos diferentes atores (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; EGAN, 2015; FEHRER et al., 2020). A consideração das fontes de qualificação dos consultores das entidades aprimora as ações dessas organizações. Relatórios indicam que essas fontes incluem universidades ou outros atores que tenham competências para viabilizar os objetivos do projeto. Esse achado contribui ao indicar como as PMEs podem atualizar seus conhecimentos e ao mesmo tempo permanecerem focadas nos conhecimentos específicos de suas áreas de atuação (LUI, 2009).

Essa pesquisa contribui ao revelar o papel das entidades na alavancagem da colaboração entre os parceiros e na calorização da propriedade intelectual aportada pelos atores do projeto (KODAMA, 2008; LONGO, MARIA CRISTINA ; GIACCONE, 2017a; REYPENS; LIEVENS; BLAZEVIC, 2021). O sucesso nessas ações demanda atenção aos interesses individuais de cada ator. Este achado contribui ao sugerir que as entidades de apoio possuem um importante papel no desenvolvimento da confiança mútua entre os parceiros de projeto. Uma maior confiança mútua favorece o intercâmbio de conhecimento entre os atores no longo prazo (DEDEHAYIR; MÄKINEN; ROLAND ORTT, 2018; LONGO, MARIA CRISTINA ; GIACCONE, 2017b; NAMBISAN; BARON, 2019).

Os achados contribuem ainda ao indicar que o apoio na alavancagem da confiança mútua confere legitimidade às entidades de apoio. Uma maior legitimidade das entidades incentiva a contribuição entre os atores do ecossistema quanto ao compartilhamento de recursos (REYPENS; LIEVENS; BLAZEVIC, 2021). As

entidades também auxiliam as PMEs na definição do momento de inserção dos atores no projeto, bem como das atividades a serem executadas por cada membro. Tais definições evitam a sobreposição de ações e ao conflitos de interesses. Ao apoiar o desenvolvimento do *Roadmap*, as entidades de apoio contribuem com a conexão entre oportunidades de mercado, cadeia de valor, produtos e processos (CUNHA; M, 2020). Esse *Roadmap* (roteiro de tecnologia e inovação) pode ser considerado um eficaz meio para empresas orientadas para a tecnologia (KEINZ; MARHOLD, 2021). Adquirir, compreender e internalizar novos conhecimentos facilita a exploração das novas oportunidades de negócio (KNOCKAERT; SPITHOVEN; CLARYSSE, 2014). Estas ações papel também são impulsionadas pelas entidades de apoio. Contudo, a implantação de melhorias pode demandar mudanças no negócio da PME (do foco nos atuais produtos para o foco nos serviços). Essas conclusões contribuem ao indicar como as entidades podem apoiar as PMEs no aprimoramento do valor agregado aos clientes (KEINZ; MARHOLD, 2021).

5.3 Implantação

A literatura atual deixa algumas lacunas quanto as formas de se iniciarem o processo de implantação das tecnologias relacionadas a Ind 4.0. Também deixa claro a necessidade de criação, avaliação e compreensão de *frameworks*, modelos de negócios, modelos de maturidade e referências para a implantação da Ind 4.0, com foco em pessoas, tecnologias e processos (OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). As entidades de apoio podem ajudar a preencher algumas dessas lacunas na implantação das tecnologias.

A implantação de soluções da Ind 4.0 precisa ser precedida da qualificação dos funcionários (MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018). Diferentemente das qualificações apoiadas nas etapas anteriores, a qualificação dessa fase enfoca o uso da tecnologia (STENTOFT et al., 2020). As entidades auxiliam na identificação das lacunas de conhecimento, bem como na sugestão de nomes à PME. Esses nomes podem ser de profissionais internos ou externos à empresa. A designação de profissionais da entidade de apoio se constitui noutra ação destinada a evitar problemas na implantação da solução. Estes achados contribuem ao indicar como as entidades apoiam o preenchimento da lacuna de conhecimento na fase de implantação dos projetos (LICHTENTHALER, 2013; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018).

Alterações na especificação da tecnologia ou do planejamento de ações podem ser necessários durante e implantação das soluções. Os achados indicam que as entidades de apoio ajudam as PMEs a mitigar esses problemas por meio da indicação de novas de soluções. Esse apoio abarca o acesso a plataformas digitais ligadas a outros ecossistemas, de formas a identificar parceiros que possam resolver o inesperado problema. Este achado contribui ao indicar como as entidades de apoio usam suas conexões para aprimorar os desafios dos membros de um ecossistema (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020; PARIDA et al., 2019). A resolução desses problemas evita atrasos e frustrações relacionados a eventos não planejados do projeto.

Conflitos técnicos entre os membros do ecossistema na fase de implantação podem estar relacionados a divergências na interpretação dos papéis de cada ator no projeto. As entidades de apoio parecem mitigar esses impactos ao auxiliar na busca de conhecimento, resolução dos problemas e coordenar o papel dos atores (AGOGUÉ; YSTRÖM; LE MASSON, 2013; REYNOLDS; UYGUN, 2018). Tais ações parecem incrementar a confiança entre os atores envolvidos. Este achado contribui ao indicar como as entidades ajudam a promover comprometimentos, confiança mútua e reciprocidade entre os membros de um projeto (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020).

5.4 Pós-implantação

O sucesso nas etapas anteriores abre espaço para novos projetos da PME. Essa conclusão sugere que o apoio das entidades às PMEs não se encerra na implantação do projeto.

Na fase de pós-implantação da solução, cumpre às entidades apoiar novos aprimoramentos no conhecimento de seus profissionais e nos profissionais da PME. Esse estudo contribui ao indicar que o apoio das entidades nessa fase ajuda as empresas a aprimorar ganhos em um cenário marcado por ciclos de vida de produto cada vez mais curtos, mudanças tecnológicas disruptivas e incertezas econômicas (TOLSTYKH; GAMIDULLAEVA; SHMELEVA, 2020). Dentre essas opções, se cium a servitização e não somente a venda de produtos (FRANK et al., 2019). Este estudo contribui ainda ao indicar que as entidades de apoio têm papel fundamental na continuidade e perpetuação das ações dos ecossistemas sobre as empresas

contratantes. Para tanto, as entidades auxiliam o processo de desenvolvimento de novas tecnologias e novas fontes de negócios junto aos atores do ecossistema. Ao agirem dessa maneira, as entidades de apoio passam a ser consideradas como um parceiro chave na transformação e compartilhamento de conhecimento ao longo da rede (BARRIE; ZAWDIE; JOÃO, 2019).

6 CONCLUSÕES

6.1 CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA

A complexidade dos projetos relacionados à Ind 4.0 e os recursos, tecnologias, soluções e conhecimento que o ecossistema de inovação e seus agentes possuem, requer a identificação de alternativas para mitigar problemas ou para alavancar a geração de valor. A mitigação dessas barreiras é mandatória para a sobrevivência a longo prazo das empresas (JOHNSON, M.W., CHRISTENSEN, C.M., KAGERMANN, 2008) e das entidades de apoio (LOPEZ; VANHAVERBEKE, 2009). Para isso, é necessário que os atores do ecossistema compartilhem seus conhecimentos específicos e alavancam a co-inovação (LONGO, MARIA CRISTINA; GIACCONE, 2017a; VAN DER BORGH; CLOODT; ROMME, 2012).

Apesar da relevância do papel das entidades de apoio na sustentação e condução de projetos de inovação da Ind 4.0, a literatura é silenciosa ao que se refere as barreiras à Ind 4.0 nas PMEs, bem como acerca das alternativas de mitigação (DOBRIGKEIT; DE PAULA, 2017; RAJ et al., 2020; TORTORELLA et al., 2020; ZANGIACOMI et al., 2020). Isto posto, a presente pesquisa teve como objetivo identificar como as entidades de apoio podem ajudar as PMEs a mitigar as barreiras à Ind 4.0. Os achados deste estudo contribuem ao indicar as barreiras enfrentadas pelas PMEs, o papel das entidades de apoio na inovação das PMEs e o impacto deste apoio nos resultados dos projetos. Esses achados são apresentados a seguir:

Como as entidades de apoio podem ajudar as PMEs a mitigar as barreiras à Ind 4.0?)

- Sensibilização: A etapa de sensibilização permite apontar os benefícios ligados à implantação das tecnologias da Ind 4.0. Nesta etapa, tais benefícios são sentidos através do envolvimento de todos os níveis da empresa (operacional, tático e gerencial). Além disto, nesta etapa

ocorre o nivelamento do conhecimento, entendimento sobre os potenciais ganhos e mitigação das dúvidas sobre as tecnologias.

- Seleção das alternativas: A adversidade das soluções ofertadas pelo mercado pode levar as empresas a tomarem decisões precipitadas, não conexas com necessidades tecnológicas futuras. Na etapa de seleção das alternativas, as entidades de apoio tendem a minimizar estes impactos. Isto porque as entidades de apoio analisam as alternativas e desenvolvem parceiros mais aderentes as necessidades das PMEs. Esta sinergia gerada entre os atores, por vezes auxilia no desenvolvimento de novos negócios e expansões dentro do próprio segmento de mercado.
- Implantação de tecnologias: O processo de implantação se inicia e a busca por sinergia entre os atores se faz necessário. O anseio dos participantes do ecossistema deve ser mantido e seus esforços devem ser direcionados a fim de se ter o melhor aproveitamento dos resultados durante o processo introdução das tecnologias. Na implantação, as entidades de apoio auxiliam na coordenação de eventos de implantação, na orquestração dos atores do ecossistema e na mitigação de quaisquer problemas de comunicação e atuação dos participantes.
- Pós-implantação: Na etapa pós-implantação um novo ciclo de inicia e novas oportunidades são observadas pelos atores do ecossistema. As entidades de apoio auxiliam os atores no processo de diagnóstico e definição dos próximos passos a serem realizados juntos as empresas contratantes. Este processo se baseia principalmente nos resultados iniciais obtidos ou na mudança no modelo de negócio.

O estudo contribui ao indicar as barreiras enfrentadas pelas PMEs, o papel das entidades de apoio na inovação das PMEs e o impacto deste apoio nos resultados dos projetos de inovação. O estudo contribui também com a análise dos impactos da do apoio das entidades de apoio as PMEs nesses projetos. Essas contribuições ampliam o conhecimento científico acerca dos projetos da inovação da I.40 (DE SILVA; HOWELLS; MEYER, 2018; KNOCKAERT; SPITHOVEN; CLARYSSE, 2014; MCPHILLIPS, 2020; XIE; XU; HUANG, 2020)

6.2 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

O presente estudo é uma contribuição significativa de como as entidades de apoio tem papel importante no desenvolvimento do ecossistema de inovação. Mesmo com seu papel por vezes negligenciado, os resultados apresentados demonstram que a participação das entidades de apoio pode mitigar diversos contratempos existentes entre os atores e demandantes de tecnologia dentro dos ecossistemas. Sua atuação no nivelamento de conhecimento e recursos; busca por soluções de fácil adaptabilidade as necessidades dos demandantes; e auxílio no processo de implantação e desenvolvimento de novas oportunidades de negócios habilita as entidades de apoio ao posto de marco central dos ecossistemas de inovação.

O artigo demonstra através das atividades colaborativas empregadas pelas entidades de apoio, assim como uma visão estratégica geral dos métodos que possam influenciar a criação de valor entre os atores. Além disso, o estudo fornece informações relevantes sobre o desenvolvimento de redes colaborativas, principalmente no contexto no âmbito das práticas de inovação aberta entre atores não integrados.

Com base nestes argumentos, é possível afirmar que empresas de todos os portes devem reconhecer o potencial valor desenvolvido por meio das entidades de apoio em todo o contexto da inovação, em vez de simplesmente identificar as entidades de apoio como meros membros de um ecossistema de inovação. Destaca-se o comprometimento e o desenvolvimento de recursos que pode ser potencialmente aumentada de acordo com a geração de novas oportunidades e colaboração entre os atores.

Implicações teóricas também são possíveis de serem extraídas deste estudo. Este estudo contribui com a literatura ao descrever como as entidades de apoio sustentam o processo de inovação entre os membros do ecossistema. O estudo clarifica a criação de valor entre todos os atores da rede de inovação ao descrever como isso ocorre. Destaca-se uma série de passos que devem ser usados simultaneamente em diferentes níveis, bem como práticas e atividades tecnológicas nas quais os atores interagem. Também é possível demonstrar como as entidades de apoio adaptam seus processos internos de gerenciamento para atender as

mudanças nos requisitos dos atores, enquanto mantêm a estabilidade e a coerência em suas decisões.

6.3 LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

Os resultados deste estudo, mesmo que conclusivo quanto a importância das entidades de apoio para alavancar o ecossistema de inovação, principalmente para as PMEs, apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiro deve-se considerar que este estudo tem sua validação sobre os benefícios esperados com a atuação das entidades de apoio para os ecossistemas e não os benefícios atuais obtido por ela. Isso porque a implementação de muito desses conceitos é recente e os benefícios não são viáveis de serem obtidos a curto prazo. Trabalhos futuros poderão utilizar-se das descobertas aqui descritas para avançar o conhecimento. Tais trabalhos podem realizar estudos com aplicações mais profundas e validações dos conceitos em larga escala, o que só poderá ser realizado a médio ou longo prazo. Estudos experimentais fornecem respostas rapidamente nesta perspectiva comparadas com estudos de pesquisa. No entanto, este modelo de estudo apresenta limitações quanto à generalização dos resultados. Outro fator a ser observado é que fora usado na análise dados agregados, isso limitou o estudo ao comportamento somente do setor industrial. Neste sentido, os resultados têm sua validade apenas no contexto industrial. Outros estudos podem futuramente aprofundar e validar os conceitos apresentados aqui para demais segmentos de mercado. Por último, o estudo reitera a importância das entidades de apoio para os processos de inovação, através da criação de um contexto neutros de interação entre eles, porém não descarta que interações individuais entre os atores não possam ser realizadas a fim de se obter valor com base nos seus próprios interesses.

REFERÊNCIAS

AABID ABDUL MAJEED; RUPASINGHE, T. D. “Internet of Things (IoT) Embedded Future Supply Chains for Industry 4.0: An Assessment From an ERP-Based Fashion Apparel and Footwear Industry. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 6, n. 1, p. 25–40, 2017.

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

ADNER, R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy. **Journal of Management**, v. 43, n. 1, p. 39–58, 2016.

ADNER, R.; KAPOOR, R. The Effect of Firm Compensation Structures on the Mobility and Entrepreneurship of Extreme Performers. **Business**, v. 333, n. May 2008, p. 1–43, 2010.

AGOGUÉ, M.; YSTRÖM, A.; LE MASSON, P. Rethinking the role of intermediaries as an architect of collective exploration and creation of knowledge in open innovation. **International Journal of Innovation Management**, v. 17, n. 02, p. 1350007, 2013.

ARDITO, L. et al. Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration. **Business Process Management Journal**, v. 25, n. 2, p. 323–346, 2019.

ARNOLD, E.; CLARK, J.; JÁVORKA, Z. Impacts of European RTOs: A Study of Social and Economic Impacts of Research and Technology Organisations: A Report to EARTO. 2010.

ASPLUND, F. et al. The genesis of public-private innovation ecosystems: Bias and challenges☆. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 162, n. September 2020, p. 120378, 2021.

AUTIO, E.; THOMAS, L. D. W. Innovation ecosystems: Implications for innovation management. **Oxford Handbook of Innovation Management**, n. January, p. 204–228, 2014.

BANGEMANN, T. et al. Integration of Classical Components into Industrial Cyber-Physical Systems. **Proceedings of the IEEE**, v. 104, n. 5, p. 947–959, 2016.

BARJAK, F.; HEIMSCH, F. Organisational mission and the involvement of academic research units in knowledge sharing with private companies. **Industry and**

Innovation, v. 28, n. 4, p. 395–423, 2021.

BARRIE, J.; ZAWDIE, G.; JOÃO, E. Assessing the role of triple helix system intermediaries in nurturing an industrial biotechnology innovation network. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, p. 209–223, 2019.

BENITEZ, G. B.; AYALA, N. F.; FRANK, A. G. Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. **International Journal of Production Economics**, v. 228, n. July 2019, 2020.

BITTAR, A. DE V. Selling remanufactured products: Does consumer environmental consciousness matter? **Journal of Cleaner Production**, v. 181, p. 527–536, 2018.

BØLLINGTOFT, A. The bottom-up business incubator: Leverage to networking and cooperation practices in a self-generated, entrepreneurial-enabled environment. **Technovation**, v. 32, n. 5, p. 304–315, 2012.

BRETTEL, M.; KLEIN, M.; FRIEDERICHSEN, N. The Relevance of Manufacturing Flexibility in the Context of Industrie 4.0. **Procedia CIRP**, v. 41, p. 105–110, 2016.

BREUNIG, M. et al. Getting the most out of paradata. **The Palgrave Handbook of Survey Research**, n. June 2015, p. 193–198, 2017.

BROZZI, R. et al. **Design of Self-assessment Tools to measure industry 4.0 readiness. A methodological approach for craftsmanship SMEs**. IFIP International Conference on Product Lifecycle Management. **Anais...**Springer, 2018

BUNTZ, B. Top 10 Barriers for Adoption of the Internet of Things. . 2016, p. <http://www.ioti.com/security/top-10-reasons-people>.

CARAYANNIS, E. G. et al. Social Business Model Innovation: A Quadruple/Quintuple Helix-Based Social Innovation Ecosystem. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 68, n. 1, p. 235–248, 2021.

CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium. **American Economic Review**, v. 92, n. 4, p. 1169–1184, 2002.

CEPEDA, G.; VERA, D. Dynamic capabilities and operational capabilities: A knowledge management perspective. **Journal of Business Research**, v. 60, n. 5, p. 426–437, 2007.

CHIAPPETTA JABBOUR, C. J. et al. Who is in charge? A review and a research agenda on the ‘human side’ of the circular economy. **Journal of Cleaner**

Production, v. 222, p. 793–801, jun. 2019.

CHIARINI, A.; BELVEDERE, V.; GRANDO, A. Industry 4.0 strategies and technological developments. An exploratory research from Italian manufacturing companies. **Production Planning & Control**, v. 0, n. 0, p. 1–14, jan. 2020.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. **Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory**. [s.l.] Sage Publications, 2007.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. L. **Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques**. 2nd editio ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc, 1990.

CULOT, G. et al. The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 157, n. December 2019, p. 120092, 2020.

CUNHA, T. P.; M, M. P. Proposal guidelines to implement the concepts of industry 4 . 0 into information technology companies. v. 32, n. 4, p. 741–759, 2020.

CURLEY, M.; SALMELIN, B. Open innovation 2.0: a new paradigm. **OISPG White Paper**, p. 1–12, 2013.

DALENOGARE, L. S. et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204, n. July, p. 383–394, 2018a.

DALENOGARE, L. S. et al. The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204, p. 383–394, 2018b.

DALLASEGA, P.; RAUCH, E.; LINDER, C. Industry 4.0 as an enabler of proximity for construction supply chains: A systematic literature review. **Computers in Industry**, v. 99, n. March, p. 205–225, 2018.

DANKBAAR, B. Design rules for ‘Triple helix’ organizations. **Technology Innovation Management Review**, v. 9, n. 11, p. 53–61, 2019.

DE SILVA, M. et al. Addressing societal challenges through the simultaneous generation of social and business values: A conceptual framework for science-based co-creation. **Technovation**, v. 104, n. September 2020, p. 102268, 2021.

DE SILVA, M.; HOWELLS, J.; MEYER, M. Innovation intermediaries and collaboration: Knowledge–based practices and internal value creation. **Research Policy**, v. 47, n. 1, p. 70–87, 2018.

DEDEHAYIR, O.; MÄKINEN, S. J.; ROLAND ORTT, J. Roles during

innovation ecosystem genesis: A literature review. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 18–29, 2018.

DIENER, K.; LUETTGENS, D.; PILLER, F. T. INTERMEDIATION for OPEN INNOVATION: COMPARING DIRECT VERSUS DELEGATED SEARCH STRATEGIES of INNOVATION INTERMEDIARIES. **International Journal of Innovation Management**, v. 24, n. 4, 2020.

DIJKMAN, R. M. et al. Business models for the Internet of Things. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 6, p. 672–678, 2015.

DING, L.; WU, J. Innovation ecosystem of CNG vehicles: A case study of its cultivation and characteristics in Sichuan, China. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 1, p. 1–16, 2017.

DOBRIGKEIT, F.; DE PAULA, D. The best of three worlds -The creation of innodev a software development approach that integrates design thinking, scrum and lean startup. **Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED**, v. 8, n. DS87-8, p. 319–328, 2017.

DURACH, C.F., KURPJUWEIT, S. AND WAGNER, S. . The impact of additive manufacturing on supply chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 47, n. 10, p. 954–971, 2017.

EGAN, M. Driving Water Management Change Where Economic Incentive is Limited. **Journal of Business Ethics**, v. 132, n. 1, p. 73–90, 2015.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy of Management Journal**, v. 14, n. 4, p. 532–550, 1989a.

EISENHARDT, K. M. Building theory from case study research. **Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532–550, out. 1989b.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory Building From Cases: Opportunities And Challenges. **Academy of Management Journal**, v. 50, n. 1, p. 25–32, fev. 2007.

ELORANTA, V.; TURUNEN, T. Platforms in service-driven manufacturing: Leveraging complexity by connecting, sharing, and integrating. **Industrial Marketing Management**, v. 55, p. 178–186, 2016.

ENKEL, E.; MEZGER, F. Imitation processes and their application for business model innovation: An explorative study. **International Journal of Innovation Management**, v. 17, n. 1, 2013.

FEHRER, J. A. et al. Market shaping dynamics: interplay of actor engagement

and institutional work. **Journal of Business and Industrial Marketing**, n. October 2019, 2020.

FRANK, A. G. et al. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 141, n. January, p. 341–351, 2019.

FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 210, p. 15–26, 2019.

FRENKEL, A.; MAITAL, S. **Mapping national innovation ecosystems: Foundations for policy consensus**. [s.l.] Edward Elgar Publishing, 2014.

FUKUDA, K. Science, technology and innovation ecosystem transformation toward society 5.0. **International Journal of Production Economics**, v. 220, n. July 2019, p. 107460, 2020.

GASTALDI, L. et al. Academics as orchestrators of continuous innovation ecosystems: Towards a fourth generation of CI initiatives. **International Journal of Technology Management**, v. 68, n. 1–2, p. 1–20, 2015.

GAWER, A. Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework. **Research Policy**, v. 43, n. 7, p. 1239–1249, 2014.

GAWER, A.; CUSUMANO, M. A. Industry Platforms and Ecosystem Innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 3, p. 417–433, maio 2014.

GEISSBAUER, R. et al. Industry 4.0 - Opportunities and challenges of the industrial internet. **strategy& Formerly Booz & Company, PwC**, v. 13, p. 1–51, 2014.

GIBBERT, M.; RUIGROK, W. The “What” and “How” of Case Study Rigor: Three Strategies Based on Published Work. **Organizational Research Methods**, v. 13, n. 4, p. 710–737, 2010.

GILCHRIST, A. **Industry 4.0 - The Industrial Internet of Things**. [s.l.] Apress, Berkeley, CA, 2016.

GOLI, A. et al. Hybrid artificial intelligence and robust optimization for a multi-objective product portfolio problem Case study: The dairy products industry. **Computers & Industrial Engineering**, v. 137, p. 106090, nov. 2019.

GOOD, M. et al. The technology transfer ecosystem in academia. An

organizational design perspective. **Technovation**, v. 82–83, n. July 2018, p. 35–50, 2019.

GRANSTRAND, O.; HOLGERSSON, M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. **Technovation**, v. 90–91, n. May 2019, 2020.

GRILLITSCH, M.; SOTARAUTA, M. Trinity of change agency, regional development paths and opportunity spaces. **Progress in human geography**, v. 44, n. 4, p. 704–723, 2020.

GUERRERO, M.; URBANO, D.; GAJÓN, E. Entrepreneurial university ecosystems and graduates' career patterns: do entrepreneurship education programmes and university business incubators matter? **Journal of Management Development**, v. 39, n. 5, p. 753–775, 2020.

HADDUD, A. et al. Examining potential benefits and challenges associated with the Internet of Things integration in supply chains. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, out. 2017.

HARGADON, A. B. Brokering knowledge: Linking learning and innovation. **Research in Organizational Behavior**, v. 24, p. 41–85, 2002.

HELFAT, E. et al. **Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations**. [s.l: s.n.].

HEMMERT, M.; BSTIELER, L.; OKAMURO, H. Bridging the cultural divide: Trust formation in university-industry research collaborations in the US, Japan, and South Korea. **Technovation**, v. 34, n. 10, p. 605–616, 2014.

HOANG, H., ROTHÄRMEL, F. . The effect of general and partner-specific alliance experience on joint R&D project performance. **Acad. Manag. J.**, v. 2, n. 48, p. 332–345, 2005.

HORVÁTH, D.; SZABÓ, R. Z. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 146, p. 119–132, set. 2019.

HOWELL, J.M., HIGGINS, C. . Champions of change. p. 31–36, 1990.

HOWELLS, J. Intermediation and the role of intermediaries in innovation. **Research Policy**, v. 35, n. 5, p. 715–728, 2006.

HUIZINGH, E. K. R. E. Open innovation: State of the art and future perspectives. **Technovation**, v. 31, n. 1, p. 2–9, 2011.

IANSTITI, M.; LEVIEN, R. **The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and**

Sustainability. [s.l.: s.n.].

JACKSON, D. What is an Innovation Ecosystem? **National Science Foundation**, v. 58, n. 12, p. 7250–7257, 2012.

JAZDI, N. Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. **Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2014**, p. 2–4, 2014.

JEFFREY H. DYER; SINGH, H. The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage. **Academy of Management Review**, v. 23, n. 4, 1998.

JIANG, H. et al. Competition of technology standards in Industry 4.0: An innovation ecosystem perspective. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 37, n. 4, p. 772–783, 2020.

JOHNSON, M.W., CHRISTENSEN, C.M., KAGERMANN, H. Reinventing your business model. **Harv. Bus. Rev.**, v. 12, n. 86, p. 50–59, 2008.

JULIET CORBIN; ANSELM STRAUSS. Comptes rendus. **Sociologie du Travail**, v. 58, n. 4, p. 463–465, 2016.

KAGERMANN, H. Change Through Digitization—Value Creation in the Age of Industry 4.0. In: **Management of Permanent Change**. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015. p. 23–45.

KAHLE, J. H. et al. Smart Products value creation in SMEs innovation ecosystems. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 156, n. April, p. 120024, 2020.

KAMBLE, S. S. et al. Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chains. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 48, n. January, p. 154–168, maio 2019.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A.; SHARMA, R. Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt industry 4.0 in Indian manufacturing industry. **Computers in Industry**, v. 101, n. July, p. 107–119, 2018.

KARATOP, B.; KUBAT, C.; UYGUN, Ö. Talent management in manufacturing system using fuzzy logic approach. **Computers and Industrial Engineering**, v. 86, p. 127–136, 2015.

KEINZ, P.; MARHOLD, K. Technological competence leveraging projects via intermediaries: Viable means to outbound open innovation and mediated capability building? **International Journal of Project Management**, v. 39, n. 2, p. 196–208,

2021.

KIEL, D.; ARNOLD, C.; VOIGT, K. I. The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies – A business level perspective. **Technovation**, v. 68, n. September, p. 4–19, 2017.

KNOCKAERT, M.; SPITHOVEN, A.; CLARYSSE, B. The impact of technology intermediaries on firm cognitive capacity additionality. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 81, n. 1, p. 376–387, 2014.

KODAMA, T. The role of intermediation and absorptive capacity in facilitating university–industry linkages—An empirical study of TAMA in Japan. **Research Policy**, v. 37, n. 8, p. 1224–1240, 2008.

KONIETZKO, J.; BOCKEN, N.; HULTINK, E. J. Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. **Journal of Cleaner Production**, v. 253, p. 119942, 2020.

LEE, I.; LEE, K. The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises. **Business Horizons**, v. 58, n. 4, p. 431–440, 2015.

LEE, J.; KAO, H. A.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v. 16, p. 3–8, 2014.

LIAO, Y. et al. Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3609–3629, jun. 2017.

LICHTENTHALER, U. The Collaboration of Innovation Intermediaries and Manufacturing Firms in the Markets for Technology. **Journal of Product Innovation Management**, v. 30, n. S1, p. 142–158, 2013.

LICHTENTHALER, U.; ERNST, H. Attitudes to externally organising knowledge management tasks: a review, reconsideration and extension of the NIH syndrome. **R&D Management**, v. 36, n. 4, p. 367–386, set. 2006.

LICHTENTHALER, U.; ERNST, H. Intermediary Services in the Markets for Technology: Organizational Antecedents and Performance Consequences. **Organization Studies**, v. 29, n. 7, p. 1003–1035, maio 2008.

LIU, Z.; STEPHENS, V. Exploring innovation ecosystem from the perspective of sustainability: Towards a conceptual framework. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 5, n. 3, 2019.

LONGO, MARIA CRISTINA ; GIACCONE, S. C. Struggling With Agency Problems in Open Innovation Ecosystem Corporate Policies in Innovation Hub. **The TQM Journal : The International Review of Organizational Improvement**, v. 29,

n. 6, p. 881–898, 2017a.

LONGO, MARIA CRISTINA; GIACCONE, S. C. Struggling with agency problems in open innovation ecosystem: corporate policies in innovation hub. **The TQM journal: the international review of organizational improvement**, v. 29, n. 6, p. 881–898, 2017b.

LOPEZ, H.; VANHAVERBEKE, W. How innovation intermediaries are shaping the technology market? An analysis of their business model. **MPRA (Munich Personal RePEc Archive)**, n. 20458, p. 1–29, 2009.

LUI, S. S. The Roles of Competence Trust, Formal Contract, and Time Horizon in Interorganizational Learning. **Organization Studies**, v. 30, n. 4, p. 333–353, abr. 2009.

LUSCH, R. F.; VARGO, S. L.; TANNIRU, M. Service, value networks and learning. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 38, n. 1, p. 19–31, 2010.

LÜTJEN, H. et al. Managing ecosystems for service innovation: A dynamic capability view. **Journal of Business Research**, v. 104, n. June, p. 506–519, 2019.

MADRID-GUIJARRO, A.; GARCIA, D.; VAN AUKEN, H. Barriers to innovation among spanish manufacturing SMEs. **Journal of Small Business Management**, v. 47, n. 4, p. 465–488, 2009.

MARKHAM, S. K. et al. The valley of death as context for role theory in product innovation. **Journal of Product Innovation Management**, v. 27, n. 3, p. 402–417, 2010.

MARODIN, G. et al. Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. **International Journal of Production Economics**, v. 203, n. July, p. 301–310, 2018.

MARODIN, G. A. et al. The moderating effect of Lean supply chain management on the impact of Lean shop floor practices on quality and inventory. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 22, n. 6, p. 473–485, set. 2017.

MARTÍN-DE CASTRO, G. Knowledge management and innovation in knowledge-based and high-tech industrial markets: The role of openness and absorptive capacity. **Industrial Marketing Management**, v. 47, p. 143–146, 2015.

MASOOD, T.; EGGER, J. Augmented reality in support of Industry 4 . 0 — Implementation challenges and success factors. **Robotics and Computer**

Integrated Manufacturing, v. 58, n. March, p. 181–195, 2019.

MCKINSEY&COMPANY. Industry 4.0 after the initial hype Where manufacturers are finding value and how they can best capture it. **Connotations : a Journal for Critical Debate**, v. 23, n. 1, p. 140, 2016.

MCPHILLIPS, M. Trouble in paradise? Barriers to open innovation in regional clusters in the era of the 4th industrial revolution. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 6, n. 3, 2020.

MÊGNIGBÊTO, E. Modelling the Triple Helix of university-industry-government relationships with game theory: Core, Shapley value and nucleolus as indicators of synergy within an innovation system. **Journal of Informetrics**, v. 12, n. 4, p. 1118–1132, 2018.

MELE, C.; RUSSO-SPENA, T. Innomediary agency and practices in shaping market innovation. **Industrial Marketing Management**, v. 44, p. 42–53, 2015.

MERCAN, B.; GOKTAS, D. Components of innovation ecosystems: a cross-country study. **International research journal of finance and economics**, v. 76, n. 16, p. 102–112, 2011.

MILES, M. B. et al. Qualitative Data Analysis : A Methods Sourcebook and The Coding Manual for Qualitative Researchers. **Technical Communication Quarterly**, v. 24, n. 1, p. 109–112, 2015.

MITTAL, S. et al. A smart manufacturing adoption framework for SMEs. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 5, p. 1555–1573, 2020.

MOEUF, A. et al. The industrial management of SMEs in the era of Industry 4 . 0. **International Journal of Production Research**, v. 7543, p. 0, 2018a.

MOEUF, A. et al. The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 3, p. 1118–1136, fev. 2018b.

MOEUF, A. et al. Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 5, p. 1384–1400, 2020.

MÖLLER, K.; SVAHN, S. How to influence the birth of new business fields — Network perspective. **Industrial Marketing Management**, v. 38, n. 4, p. 450–458, 2009.

MOORE, J. The Death of Competition. **Harper Business, New York**, 1996.

MOORE, J. F. Predators and prey: a new ecology of competition. **Harvard**

Business Review, n. 71, p. 75–86, 1993.

MÜLLER, J. M.; BULIGA, O.; VOIGT, K. I. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, n. September 2017, p. 2–17, 2018.

MÜLLER, J. M.; KIEL, D.; VOIGT, K. I. What drives the implementation of Industry 4.0? The role of opportunities and challenges in the context of sustainability. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 1, 2018.

NAGAOKA, S.; KWON, H. U. The incidence of cross-licensing: A theory and new evidence on the firm and contract level determinants. **Research Policy**, v. 35, n. 9, p. 1347–1361, 2006.

NAMBISAN, S., SAWHNEY, M. A buyer's guide to the innovation bazaar. **Harv. Bus. Rev.**, v. 85, n. 6, p. 109–118, 2007.

NAMBISAN, S.; BARON, R. A. Entrepreneurship in innovation ecosystems: Entrepreneurs' self-regulatory processes and their implications for new venture success. **Entrepreneurship: Theory and Practice**, v. 37, n. 5, p. 1071–1097, 2013.

NAMBISAN, S.; BARON, R. A. On the costs of digital entrepreneurship: Role conflict, stress, and venture performance in digital platform-based ecosystems. **Journal of Business Research**, n. November 2018, p. 0–1, 2019.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, v. 83, p. 121–139, 2016.

OH, D. S. et al. Innovation ecosystems: A critical examination. **Technovation**, v. 54, p. 1–6, 2016.

OSTERRIEDER, P.; BUDDE, L.; FRIEDLI, T. The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review. **International Journal of Production Economics**, v. 221, n. November 2017, p. 107476, 2020.

OVERHOLM, H. Collectively created opportunities in emerging ecosystems: The case of solar service ventures. **Technovation**, v. 39–40, n. 1, p. 14–25, 2015.

PAQUIN, R. L.; HOWARD-GRENVILLE, J. Blind Dates and Arranged Marriages: Longitudinal Processes of Network Orchestration. **Organization Studies**, v. 34, n. 11, p. 1623–1653, maio 2013.

PARIDA, V. et al. Orchestrating industrial ecosystem in circular economy: A two-stage transformation model for large manufacturing companies. **Journal of**

Business Research, v. 101, n. June 2018, p. 715–725, 2019.

PATTON, M. **Qualitative research & Evaluation methods**. 4 Ed. ed. Saint Paul, MN: Sage Pubns, 2002.

PERKMANN, M.; SCHILDT, H. Open data partnerships between firms and universities: The role of boundary organizations. **Research Policy**, v. 44, n. 5, p. 1133–1143, 2015.

PERKS, H. et al. Network orchestration for value platform development. **Industrial Marketing Management**, v. 67, p. 106–121, 2017.

PETRILLO, A. et al. **Digital Transformation in Smart Manufacturing**. [s.l.: s.n.].

PIA SOPHIE VON NELL; ULRICH LICHTENTHALER. The role of innovation intermediaries in the markets for technology. **International Journal of Technology Intelligence and Planning (IJTIP)**, v. 7, n. 2, 2011.

PORTER, M., AND J. E. H. How Smart, Connected Products are Transforming Competition. **Harvard Business Review**, n. 92, p. 64–88, 2014.

PORTER, S. D. et al. Avoidable food losses and associated production-phase greenhouse gas emissions arising from application of cosmetic standards to fresh fruit and vegetables in Europe and the UK. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 869–878, 2018.

PROVAN, K. G., & KENIS, P. Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness. **Journal of Public Administration Research and Theory**, v. 18, n. 2, p. 229–252, 2008.

QUEIROZ, M. M. et al. Smart production systems drivers for business process management improvement: An integrative framework. **Business Process Management Journal**, 2020.

RABELO, R. J.; BERNUS, P. A holistic model of building innovation ecosystems. **IFAC-PapersOnLine**, v. 28, n. 3, p. 2250–2257, 2015.

RADICIC, D.; PUGH, G.; DOUGLAS, D. Promoting cooperation in innovation ecosystems: evidence from European traditional manufacturing SMEs. **Small Business Economics**, v. 54, n. 1, p. 257–283, 2020.

RAJ, A. et al. Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. **International Journal of Production Economics**, v. 224, n. November 2019, p. 107546, 2020.

REISCHAUER, G. Industry 4.0 as policy-driven discourse to institutionalize

innovation systems in manufacturing. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, n. February, p. 26–33, 2018.

REISCHAUER, G.; GÜTTEL, W. H.; SCHÜSSLER, E. Aligning the design of intermediary organisations with the ecosystem. **Industry and Innovation**, v. 28, n. 5, p. 594–619, 2021.

REYNOLDS, E. B.; UYGUN, Y. Strengthening advanced manufacturing innovation ecosystems: The case of Massachusetts. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, n. April 2017, p. 178–191, 2018.

REYPENS, C.; LIEVENS, A.; BLAZEVIC, V. Hybrid Orchestration in Multi-stakeholder Innovation Networks: Practices of mobilizing multiple, diverse stakeholders across organizational boundaries. **Organization Studies**, v. 42, n. 1, p. 61–83, 2021.

RICHTER, B.; BOKELMANN, W. Approaches of the German food industry for addressing the issue of food losses. **Waste Management**, v. 48, p. 423–429, 2016.

RICHTER, C. H.; XU, J.; WILCOX, B. A. Opportunities and challenges of the ecosystem approach. **Futures**, v. 67, p. 40–51, 2015.

RONG, K. et al. Understanding business ecosystem using a 6C framework in Internet-of-Things-based sectors. **International Journal of Production Economics**, v. 159, p. 41–55, jan. 2015.

ROUNDY, P. T.; BRADSHAW, M.; BROCKMAN, B. K. The emergence of entrepreneurial ecosystems: A complex adaptive systems approach. **Journal of Business Research**, v. 86, n. January, p. 1–10, 2018.

RUBENS, N. et al. A network analysis of investment firms as resource routers in Chinese innovation ecosystem. **Journal of Software**, v. 6, n. 9, p. 1737–1745, 2011.

RUSSELL, M. G.; SMORODINSKAYA, N. V. Leveraging complexity for ecosystemic innovation. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, n. February, p. 114–131, 2018.

RÜSSMANN, M. ET AL. Future of Productivity and Growth in Manufacturing. **Boston Consulting**, n. April, 2015.

SALDAÑA, J. **The coding manual for qualitative researchers**. [s.l.] Sage, 2015.

SAWHNEY, M., PRANDELLI, E., VERONA, G. The power of innomediation. **MIT Sloan Management Review**, v. 44, p. 77–82, 2003.

SCHIELE H., VELDMAN J., HÜTTINGER L., P. N. **Towards a social exchange theory perspective on preferred customership — concept and practice.** [s.l.] Supply Management Research, 2012.

SCHRÖDER, C. The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises a good society – social democracy # 2017 plus. **the Friedrich-Ebert-Stiftung**, p. 28, 2016.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution: Klaus Schwab: 9781524758868**, 2017.

SHAW, D. R.; ALLEN, T. Studying innovation ecosystems using ecology theory. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 88–102, 2018.

STENTOFT, J. et al. Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers. **Production Planning and Control**, v. 0, n. 0, p. 1–18, 2020.

SUN, S. L. et al. Venture capital as an innovation ecosystem engineer in an emerging market. **International Business Review**, v. 28, n. 5, p. 101485, 2019.

SUOMINEN, A. et al. Uma revisão bibliométrica em sistemas de inovação e ecossistemas : uma agenda de pesquisa. 2019.

SUOMINEN, A.; SEPPÄNEN, M.; DEDEHAYIR, O. A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda. **European Journal of Innovation Management**, v. 22, n. 2, p. 335–360, 2019.

T.R. MANOHARAN, C. M. & S. G. D. An integrated fuzzy multi-attribute decision-making model for employees' performance appraisal. **The International Journal of Human Resource Management**, v. 3, n. 22, p. 722–745, 2011.

TAMAYO-ORBEGOZO, U.; VICENTE-MOLINA, M. A.; VILLARREAL-LARRINAGA, O. Eco-innovation strategic model. A multiple-case study from a highly eco-innovative European region. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 1347–1367, 2017.

TAN, T. A. G.; VICENTE, A. J. An innovative experiential and collaborative learning approach to an undergraduate marketing management course: A case of the Philippines. **International Journal of Management Education**, v. 17, n. 3, 2019.

TEECE, D. J. The Effect of Firm Compensation Structures on the Mobility and Entrepreneurship of Extreme Performers. **Business**, v. 1350, n. February 2004, p. 1–43, 2007.

TOLSTYKH, T.; GAMIDULLAEVA, L.; SHMELEVA, N. Approach to the

formation of an innovation portfolio in industrial ecosystems based on the life cycle concept. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 6, n. 4, p. 1–21, 2020.

TORTORELLA, G. L. et al. Organizational learning paths based upon industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers. **International Journal of Production Economics**, v. 219, p. 284–294, jan. 2020.

TRAN, Y.; HSUAN, J.; MAHNKE, V. How do innovation intermediaries add value? Insight from new product development in fashion markets. **R&D Management**, v. 41, n. 1, p. 80–91, jan. 2011.

TSUJIMOTO, M. et al. A review of the ecosystem concept — Towards coherent ecosystem design. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, n. April 2017, p. 49–58, 2018.

VALENDUC, GG.; VENDRAMIN, P. Work in the Digital Economy: Sorting the Old from the New. **SSRN Electronic Journal**, 2017.

VAN DER BORGH, M.; CLOODT, M.; ROMME, A. G. L. Value creation by knowledge-based ecosystems: evidence from a field study. **R&D Management**, v. 42, n. 2, p. 150–169, mar. 2012.

VERONA, G.; PRANDELLI, E.; SAWHNEY, M. **Innovation and Virtual Environments: Towards Virtual Knowledge Brokers Innovation and Virtual Environments: Towards**, 27 (6), 765–788, 2006.

VLAISAVLJEVIC, V.; MEDINA, C. C.; VAN LOOY, B. The role of policies and the contribution of cluster agency in the development of biotech open innovation ecosystem. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 155, n. December 2019, p. 119987, 2020.

WALRAVE, B. et al. A multi-level perspective on innovation ecosystems for path-breaking innovation. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, n. April 2017, p. 103–113, 2018.

WANG, S. et al. Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook. v. 2016, 2016.

WEI, Z.; YI, Y.; GUO, H. Organizational learning ambidexterity, strategic flexibility, and new product development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 31, n. 4, p. 832–847, 2014.

WEKING, J. et al. Leveraging industry 4.0 – A business model pattern framework. **International Journal of Production Economics**, v. 225, n. December

2019, 2020.

WILLIAMSON, P. J.; DE MEYER, A. Ecosystem advantage: How to successfully harness the power of partners. **California Management Review**, v. 55, n. 1, p. 24–46, 2012.

XIE, X.; WANG, H. How can open innovation ecosystem modes push product innovation forward? An fsQCA analysis. **Journal of Business Research**, v. 108, n. November 2019, p. 29–41, 2020.

XIE, Y.; XU, K.; HUANG, J. Q. How do innovation intermediaries influence outbound open innovation in china? a moderated mediation mechanism. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, v. 2020- Decem, p. 344–348, 2020.

XIONG, Y.; XIA, S. Mechanisms behind China's innovation achievements: A Multi-level View. **Technovation**, v. 94–95, n. April, p. 94–96, 2020.

XU, G. et al. Exploring innovation ecosystems across science, technology, and business: A case of 3D printing in China. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, n. December 2015, p. 208–221, 2018.

YANG, Z. et al. How does alliance-based government-university-industry foster cleantech innovation in a green innovation ecosystem? **Journal of Cleaner Production**, v. 283, p. 124559, 2021.

YIN, R. K. **Case study research: Design and methods**. Thousand Oaks, CA, CA: Sage Publications, 2009.

YIN, R. K. Validity and generalization in future case study evaluations. **Evaluation**, v. 19, n. 3, p. 321–332, 2013.

YIN, Y.; STECKE, K. E.; LI, D. The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1–2, p. 848–861, 2018.

YOO, Y.; LYYTINEN, K.; BOLAND, R. J. Distributed Innovation in Classes of Networks. **Proceedings of the 41st Annual Hawaii International Conference on System Sciences**, 2008.

YOUNGJIN YOO, OLA HENFRIDSSON, K. L. **Research Commentary—The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research**. [s.l: s.n.].

ZANGIACOMI, A. et al. Moving towards digitalization: a multiple case study in manufacturing. **Production Planning and Control**, v. 31, n. 2–3, p. 143–157, 2020.

ZHONG, R. Y. et al. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. **Engineering**, v. 3, n. 5, p. 616–630, 2017.

APÊNDICE A – Protocolo de pesquisa

Contexto	Perguntas
Gestão Estratégica	Como as entidades de apoio poderiam ajudar os gestores de operação das empresas a conquistar o apoio da alta administração, de forma a alavancar a adoção das tecnologias relacionadas à Ind 4.0?
	Como fornecedores de tecnologia para a Ind 4.0 podem auxiliar os gestores de nível médio de seus clientes a conquistar o apoio da alta administração de forma a alavancar a adoção das tecnologias relacionadas à indústria 4.0?
	Como os gestores de operação fazem para conquistar o apoio da alta administração, de forma a alavancar a adoção de inovações como a Ind 4.0?
Gestão Organizacional	Quais indicadores ou práticas internas inadequadas podem dificultar a adoção da Ind 4.0?
	Como as entidades de apoio poderiam ajudar os gestores de operação a identificar ou rever esses indicadores e práticas, de forma a melhor justificar a adoção das tecnologias relacionadas à Ind 4.0?
	Como os fornecedores fazem para ajudar os gestores de operação a identificar ou rever esses indicadores e práticas, de formas a melhor justificar a adoção das tecnologias relacionadas à Ind 4.0 em suas empresas?
	Como os gestores dos clientes fazem para identificar ou rever os indicadores e práticas de suas empresas que dificultam a adoção das tecnologias relacionadas à Ind 4.0?
Operação	Como as entidades de apoio podem ajudar os gestores de operação a selecionar e implantar as tecnologias da Ind 4.0 que efetivamente contribuam para alavancar os resultados que a empresas obterá com a adoção de tecnologias relacionadas à Ind 4.0?
	Como as entidades de apoio podem ajudar na tomada de decisão dos gestores de operação quanto ao retorno sobre investimentos para que os mesmos ocorram da forma mais assertiva possível? O que é essencial nesse apoio?
	Como fornecedores de tecnologia para a Ind 4.0 podem ajudar os gestores de operação de seus clientes a selecionar e implantar as tecnologias da Indústria 4.0 que efetivamente contribuam para alavancar os resultados que a empresas obterá com a adoção de tecnologias relacionadas à Ind 4.0?
	Como fornecedores de tecnologia para a indústria 4.0 pode ajudar os gestores de operação de seus clientes a avaliar o retorno sobre investimentos proporcionado por suas soluções? O que é essencial nesse apoio?
	Como e onde os gestores de operação podem buscar apoio para identificar, selecionar e implantar as inovações da Ind 4.0 que efetivamente contribuam para alavancar os resultados que empresas desejam?
	Como gestores de operação podem buscar apoio para analisar o retorno sobre os investimentos?
Mercado	Como as entidades de apoio poderiam auxiliar gestores a reverter à posição das empresas que pretendem continuar operando com suas tecnologias antigas?
	Como fornecedores de tecnologia para a Ind 4.0 podem reverter a posição dos clientes que pretendem continuar operando com suas tecnologias antigas?
	Como gestores de operação podem reverter a posição de suas empresas quando essas pretendem continuar operando com suas tecnologias antigas?

Contexto	Perguntas
Capacitação das Equipes	Como as entidades de apoio podem auxiliar os gestores a definir como e em que tópicos aprimorar o conhecimento das equipes, de formas a qualificar as mesmas para lidar com cada uma das tecnologias inovadoras da Ind 4.0?
	Como as entidades de apoio poderiam auxiliar os gestores a definir os colaboradores que devem participar dessas capacitações?
	Como o fabricante pode auxiliar os gestores do cliente a definir como e em que tópicos aprimorar o conhecimento das equipes, de formas a qualificar as mesmas para lidar com cada uma das tecnologias inovadoras da Ind 4.0?
	Como o fabricante pode auxiliar os gestores do cliente a definir os colaboradores que devem participar dessas capacitações?
	Como um gestor pode definir como e em que tópicos aprimorar o conhecimento das equipes, de formas a qualificar as mesmas para lidar com cada uma das tecnologias inovadoras da Ind 4.0?
	Como o gestor pode melhor definir os colaboradores que devem participar dessas capacitações?
Cultura	Como as entidades de apoio pode auxiliar os gestores a mitigar as resistências de seus colaboradores às mudanças tecnológicas?
	Como o fabricante pode auxiliar os gestores do cliente a mitigar as resistências de seus colaboradores às mudanças tecnológicas?
	Como os gestores podem mitigar as resistências de seus colaboradores às mudanças tecnológicas?
Comunicação	Como as entidades de apoio pode auxiliar os gestores a disseminar as informações aos indivíduos influentes, de formas a se conquistar ao apoio dos demais membros da organização para as ofertas relacionadas à Indústria 4.0?
	Como fornecedores de tecnologia para a indústria 4.0 podem auxiliar os gestores a disseminar as informações aos indivíduos influentes, de formas a se conquistar ao apoio dos demais membros da organização para as ofertas relacionadas à Ind 4.0?
	Como gestores podem disseminar as informações aos indivíduos influentes, de formas a se conquistar ao apoio dos demais membros da organização para as ofertas relacionadas à Ind 4.0?

Fonte: Elaborado pelo autor.