

PUCRS

ESCOLA DE NEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

RAQUEL FASSINI

**INOVAÇÃO EM MODELO DE NEGÓCIOS ATRAVÉS DO USO DE TECNOLOGIAS DA  
INDÚSTRIA 4.0 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Porto Alegre  
2021

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE NEGÓCIOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO

RAQUEL FASSINI

**INOVAÇÃO EM MODELO DE NEGÓCIOS ATRAVÉS DO USO DE  
TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

PORTO ALEGRE

2021

RAQUEL FASSINI

**INOVAÇÃO EM MODELO DE NEGÓCIOS ATRAVÉS DO USO DE  
TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Dissertação apresentada como parte do requisito à obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Clarissa Matte Zanardo dos Santos

Porto Alegre

2021

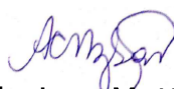
**RAQUEL FASSINI**

**INOVAÇÃO EM MODELO DE NEGÓCIOS ATRAVÉS DO USO DE TECNOLOGIAS DA  
INDÚSTRIA 4.0 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Administração, pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Escola de Negócios da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 10 de agosto de 2021, pela Banca Examinadora.

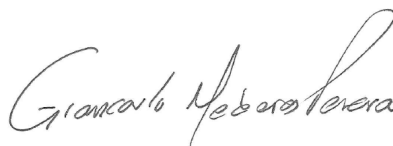
**BANCA EXAMINADORA:**



Profa. Dra. Ana Clarissa Matte Z. dos Santos  
Orientadora e Presidente da sessão



Dr. Nestor Fabian Ayala



Prof. Dr. Giancarlo Medeiros Pereira



Profa. Dra. Edimara Mezzomo Luciano

## Ficha Catalográfica

F249i Fassini, Raquel

Inovação em Modelo de Negócios através do uso de tecnologias da Indústria 4.0 em Pequenas e Médias Empresas / Raquel Fassini. – 2021. 111.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, PUCRS.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Clarissa Matte Zanardo dos Santos.

1. Indústria 4.0. 2. Inovação em Modelo de Negócios. 3. Pequenas e Médias Empresas. 4. Estudo de Caso. I. dos Santos, Ana Clarissa Matte Zanardo. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecária responsável: Clarissa Jesinska Selbach CRB-10/2051

À minha Mãe, Tânia Fassini (*in memoriam*)

*“Quando eu fico muito triste*

*Eu pego a fotografia da minha mãe*

*E aperto bem forte no meu peito*

*Minhas mãos param de tremer*

*Segurando a fotografia*

*E meu coração bate mais forte*

*Mas não é mais*

*Uma dor que eu sinto*

*Eu me transformo*

*Possuído de alegria*

*Que invade a mim*

*E todo esse recinto*

*E que não tem explicação*

*E eu choro de alegria*

*Rezando*

*Aos pés de nossa senhora Aparecida*

*Minha mãe me deu a vida*

*E sempre ela me dará a vida”*

(Minha Mãe, compositores: Cesar Ricardo

Ribeiro Lacerda e Jorge Mautner)

## AGRADECIMENTOS

Ao longo desta jornada acadêmica, são muitas as pessoas que contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

Ao meu filho Gabriel, minha luz e minha vida e ao meu Pai, que me ensinou a importância da dedicação e do esforço, e por estarem ao meu lado nos dias mais difíceis.

À minha Mãe, *in memoriam*, por ter me mostrado o caminho da educação, por ser minha maior incentivadora, meu exemplo e o grande amor da minha vida. Estarás eternamente ao meu lado e todas as conquistas serão para ti.

Ao Márcio, pela paciência, carinho e cuidados incondicionais.

Ao Lico, Adriana e Karol, que são a família que a vida nos deu.

Ao Professor Gustavo, por ter me mostrado o caminho da pesquisa acadêmica, pelas orientações, contribuições e pela amizade.

À minha Orientadora, Professora Ana Clarissa, pela acolhida, suporte e incentivo. Por mostrar que a pesquisa e docência se faz com carinho e afeto.

Aos meus colegas de Mestrado e agora eternos amigos, Letícia e Cassiano, por se fazerem presentes mesmo quando a vida nos impediu de estarmos juntos. E a todos os colegas que juntos dividimos as angústias e receios da vida acadêmica, mas que tornaram cheia de crescimento e discussões valiosas essa jornada.

A todos os entrevistados que dedicaram tempo e atenção, compartilhando suas experiências e trajetórias para que essa pesquisa fosse realizada.

A todos os amigos e familiares que seguraram minha mão quando os dias se fizeram noite, para que eu pudesse seguir em frente.

À CAPES por me possibilitar cursar o mestrado.

## RESUMO

O uso de tecnologias para fomentar a inovação é uma das ferramentas mais utilizadas para promover inovações de impacto. Nesse contexto, a Indústria 4.0 é um dos expoentes em termos de modernização tecnológica, utilizando tecnologias avançadas nos sistemas produtivos que permitem maior flexibilidade, agilidade e controle dos recursos de produção. Ao adotarem novas tecnologias, as empresas melhoram seus processos e, principalmente, podem modificar suas operações e ampliar os mercados atendidos, caracterizando assim a Inovações no Modelo de Negócios. Visando aprofundar a discussão sobre o tema, esta pesquisa teve o objetivo de analisar como a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 influenciam a inovação em modelo de negócios de pequenas e médias empresas. Para atendê-lo, foi realizado um estudo de caso múltiplo com coleta de dados a partir de entrevistas com especialistas no tema e representantes de empresas de pequeno e médio porte. Dados secundários foram utilizados para compreender o contexto. O tratamento dos dados foi feito com a técnica de análise de conteúdo e foram definidas sete categorias *a priori* a partir da literatura e identificadas 46 categorias que emergiram dos dados. Como resultados, além de barreiras e facilitadores já apontados em outros estudos, percebeu-se que existem fatores que afetam a adoção de tecnologias da I4.0 por PME's, influenciando a inovação no modelo de negócio. Como contribuição teórica destaca-se que foi possível aprofundar o conhecimento sobre IMN em PME's, com enfoque no uso de tecnologia e seus impactos na inovação dos negócios. Além disso, contribuiu para a discussão acerca das vantagens da Indústria 4.0 em PME's e como a adoção de tecnologia pode contribuir para a inovação nos seus modelos de negócio. Como contribuição gerencial, os resultados podem fornecer aos gestores argumentos sobre a importância da adoção de tecnologia e servir de referência sobre a necessidade de inovação em modelo de negócios para competitividade da empresa. Os resultados ainda podem servir de base para formulação de políticas de incentivo e fomento tecnológico voltadas a PME's, como forma de desenvolvimento econômico e aumento da competitividade setorial.

**Palavras-Chaves:** Indústria 4.0. Inovação em Modelo de Negócios. Pequenas e Médias Empresas. Estudo de Caso.



## ABSTRACT

The use of technologies to foster innovation is one of the most used tools to promote impactful innovations. In this context, Industry 4.0 is one of the exponents in terms of technological modernization, using advanced technologies in production systems that allow greater flexibility, agility, and control of production resources. By adopting new technologies, companies improve their processes and, mainly, can modify their operations and expand the markets served, thus characterizing the Innovations in the Business Model. Aiming to deepen the discussion on the subject, this research aimed to analyze how the adoption of Industry 4.0 technologies influences innovation in the business model of small and medium enterprise. To meet this need, a multiple case study was carried out with data collection based on interviews with experts on the subject and representatives of small and medium enterprise. Secondary data were used to understand the context. Data were processed using the content analysis technique and seven categories were defined *a priori* from the literature and 46 categories that emerged from the data were identified. As a result, in addition to barriers and facilitators already pointed out in other studies, it was noticed that there are factors that affect the adoption of I4.0 technologies by SMEs, influencing innovation in the business model. As a theoretical contribution, it is highlighted that it was possible to deepen the knowledge about IMN in SMEs, focusing on the use of technology and its impacts. Furthermore, it contributed to the discussion about the advantages of Industry 4.0 in SMEs and how the adoption of technology can contribute to innovation in their business models. As a managerial contribution, the results can provide managers with arguments about the importance of technology adoption and serve as a reference on the need for business model innovation for the company's competitiveness. The results can also serve as a basis for formulating incentive and technological development policies aimed at SMEs, as a form of economic development and increased sectoral competitiveness.

**Key Words:** Industry 4.0. Business Model Innovation. Small and Medium Enterprise. Case Study.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: QUADRO DO MODELO DE NEGÓCIOS .....	32
FIGURA 2: INTER-RELACIONAMENTO ENTRE OS ELEMENTOS DO MN.....	36
FIGURA 3: PRESSUPOSTO DE PESQUISA.....	38
FIGURA 4: DESENHO DE PESQUISA .....	41
FIGURA 5 - RELAÇÃO DE BOLA DE NEVE DAS ENTREVISTAS.....	43
FIGURA 6: ESTRUTURA DE CODIFICAÇÃO E ANÁLISE DA ENTREVISTA .....	48
FIGURA 7: BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0.....	61
FIGURA 8: FACILITADORES E INCENTIVADORES.....	76
FIGURA 9: TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 UTILIZADAS PELAS PME'S .....	78
FIGURA 10: PLANO DE ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE INDÚSTRIA 4.0 EM PME'S .....	81
FIGURA 11: EFEITOS DA ADOÇÃO DE INDÚSTRIA 4.0 NO MN DAS PME'S .....	89
FIGURA 12: ACHADOS .....	91

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: TECNOLOGIAS HABILITADORAS DA INDÚSTRIA 4.0 .....	21
QUADRO 2: FACILITADORES DA ADOÇÃO TECNOLOGIAS DE INDÚSTRIA 4.0 .....	25
QUADRO 3: BARREIRAS A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE I4.0 .....	28
QUADRO 4 - ELEMENTOS DO MN RELACIONADOS COM AS DIMENSÕES DE VALOR.....	37
QUADRO 5: RESUMO DOS TEMAS E TÓPICOS DE PESQUISA.....	39

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PERFIL DOS ESPECIALISTAS .....	44
TABELA 2: PERFIL DOS CASOS ENTREVISTADOS.....	46
TABELA 3: BARREIRAS À ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS POR PME'S.....	62
TABELA 4 FACILITADORES DA ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DE I4.0 EM PME'S.....	77

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA .....	14
1.2	OBJETIVOS .....	16
1.2.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>16</i>
1.2.2	<i>Objetivos Específicos .....</i>	<i>16</i>
1.3	JUSTIFICATIVA .....	17
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEORICO .....</b>	<b>20</b>
2.1	INDÚSTRIA 4.0.....	20
2.1.1	<i>Adoção de Tecnologias da Indústria 4.0.....</i>	<i>23</i>
2.1.2	<i>Facilitadores e Barreiras para a Adoção de Tecnologias de Indústria 4.0.....</i>	<i>24</i>
2.2	MODELO DE NEGÓCIOS .....	31
2.3	INOVAÇÃO EM MODELO DE NEGÓCIOS.....	34
<b>3</b>	<b>MÉTODO.....</b>	<b>40</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	40
3.2	SELEÇÃO DOS RESPONDENTES .....	41
3.3	COLETA DE DADOS .....	44
3.4	ANÁLISE DE DADOS .....	47
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>49</b>
4.1	BARREIRAS ENFRENTADAS PELAS PME'S PARA A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS .....	49
4.2	FACILITADORES E INCENTIVADORES PARA A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS .....	63
4.3	ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 .....	78
4.4	INOVAÇÃO EM MODELO DE NEGÓCIOS.....	82
4.5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	89
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS.....</b>	<b>103</b>
	<b>APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTAS DOS CASOS .....</b>	<b>104</b>
	<b>APÊNDICE C - PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>107</b>
	<b>ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO .....</b>	<b>109</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na busca pela promoção da competitividade, a 4ª Revolução Industrial tem recebido atenção tanto de governos, como da comunidade científica e empresarial (OZTEMEL; GURSEV, 2018). Também chamada de Indústria 4.0, esta iniciativa parte da utilização intensiva de tecnologias nas etapas de produção e comercialização, permitindo a redução de custos operacionais através da redução dos tempos de produção e entrega, aumento de produtividade, qualidade e flexibilização da produção (SAUCEDO-MARTÍNEZ *et al.*, 2018). Como consequência da implantação da Indústria 4.0, as organizações identificam novas oportunidades de mercado, geram novos modelos de negócio, aumentam sua competitividade e agregam maior valor para os clientes (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017).

A Indústria 4.0 refere-se a utilização intensiva de conectividade entre máquinas, produtos, sistemas inteligentes e soluções inter-relacionadas (SAFAR *et al.*, 2018; TORTORELLA; FETTERMANN, 2017). Esse conceito está intimamente relacionado a *Industrial Internet of Things* (IIoT), definida pela integração de objetos físicos e virtuais que permitem uma conexão em tempo real de pessoas, objetos, sistemas de informação e comunicação (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017). Com o uso destas tecnologias para gerar novos produtos e serviços (LASI *et al.*, 2014), as empresas atingem maior aproximação com o consumidor final através da oferta de novas soluções e experiências (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017). Essas atividades traduzem o conceito de criação de valor para o cliente (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), que é um dos elementos chaves de um modelo de negócios.

O modelo de negócios (MN) é a estrutura lógica para criar valor a todas as partes interessadas de um negócio (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017) e contempla, em geral, as quatro principais áreas de uma organização: a) clientes, b) oferta de valor, c) infraestrutura e d) viabilidade financeira (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Tem como objetivo estabelecer o modelo de operação empresarial (DEMIL *et al.*, 2015), definindo e demonstrando as relações de criação de valor para todas as partes interessadas do negócio (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017). Empresas já estabelecidas quando aplicam mudanças estratégicas em seus MN já consolidados realizam o que Osterwalder e Pigneur (2011) definem por Inovação em Modelo de Negócio (IMN). Desta forma, a IMN é um importante mecanismo para aumentar a criação, oferta e captura de valor (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), permitindo a ampliação mercados, buscar clientes que não estão atendidos, satisfeitos ou mesmo sem acesso as atuais soluções apresentadas pelo mercado (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Ao ampliar

mercado, a empresa atrai novos conhecimentos e tecnologias que podem ser inseridos em seu modelo de negócios, gerando um círculo virtuoso de desenvolvimento e inovação (LOVE; ROPER, 2015).

Assim, esse projeto abordará a inovação em modelo de negócios a partir da implementação de tecnologias características de Indústria 4.0. Acredita-se que a adoção de tecnologias de indústria 4.0 podem contribuir para revisão, modificação e até ampliação do modelo de negócios das empresas, também refletindo em inovações em produto ou processo. A inovação no modelo de negócios provocada pela Indústria 4.0 torna a empresa mais competitiva através da redução de custos operacionais, formação de redes de cooperação envolvendo empresas, fornecedores, clientes e meio ambiente possibilitando até a redefinição de setores econômicos (NATIONAL CONFEDERATION OF INDUSTRY, 2016).

### **1.1 Problema de Pesquisa**

A importância da 4ª Revolução Industrial é percebida pela quantidade de países que, além da Alemanha, implementaram políticas de apoio, tal como Estados Unidos com “*Advanced Manufacturing Partnership*”, França com o “*La Nouvelle France Industrielle*” (DALENOGARE *et al.*, 2018), e “*Manufacturing Innovation 3.0*” na Coreia do Sul (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). A Indústria 4.0 possibilita a tomada de decisão mais rápida e assertiva, refletindo em uma nova abordagem de produção e comercialização de produtos e serviços. Isto, por sua vez, aumenta a criação de valor no modelo de negócios, ou seja, reflete em atividades que agregam melhorias ao produto final. Como afirmam Kiel et al (2017) e Müller et al (2018) a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 é fundamental na inovação em modelo de negócios, pois assim a criação, captura e oferta de valor gera benefícios a um maior nível de stakeholders, sejam clientes, fornecedores ou parceiros.

As pesquisas sobre Inovação em Modelo de Negócios são recentes. Clauss (2017) estabeleceu e testou uma escala para mensurar a IMN em indústrias de manufatura, e mais recentemente, Müller, Buliga e Voigt (2018) analisaram como as indústrias inovam seus modelos de negócio a partir da Indústria 4.0, havendo ainda muitos estudos que buscam conceituar e descrever a IMN (GEISSDOERFER; VLADIMIROVA; EVANS, 2018). Pesquisas anteriores apresentam o impacto positivo que a IMN exerce no desempenho organizacional, demonstrando a importância da inovação como estratégia competitiva (CLAUSS, 2017; GEISSDOERFER; VLADIMIROVA; EVANS, 2018; MÜLLER; BULIGA;

VOIGT, 2018). Ainda, Soto-Acosta et. al (2016) reforçam a importância do suporte da alta gestão da empresa na promoção da IMN visando ajustar o ambiente da empresa às necessidades de mercado para entregar não apenas produtos melhores, mas soluções mais completas. Assim, as decisões estratégicas referentes à adoção e intensificação de tecnologias podem resultar em novos processos e produtos, possibilitando que a empresa inove o modelo de negócios vigente (MÜLLER; DÄSCHLE, 2018). Porém, não há consenso sobre quais são os caminhos que levam uma empresa a inovar seu MN, principalmente quais são os facilitadores e barreiras do processo, como as equipes de trabalho podem promover a IMN e qual a contribuição para sustentar a vantagem competitiva (FOSS; SAEBI, 2016).

Adicionalmente, verifica-se que muitas pesquisas são realizadas sobre IMN e adoção de tecnologias no contexto de grandes empresas (BOUWMAN; NIKOU; DE REUVER, 2019; CLAUSS, 2017; KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017). Já as Pequenas e Médias Empresas (PME's), que representam importante parcela da economia e são comumente fornecedoras das grandes empresas, ainda são pouco estudadas em relação ao impacto da Indústria 4.0 (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018; SAFAR *et al.*, 2018). Em termos de IMN, as PME's comumente apresentam um único modelo de negócios (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), que precisa conseguir criar, oferecer e capturar valor. Contudo, o contexto tecnológico demanda novas perspectivas do modelo de negócios (LEMNEN *et al.*, 2019). Assim, a adaptabilidade do modelo de atuação ou a implantação de novas formas de atuação que integrem os elementos-chaves do modelo de negócios (FOSS; SAEBI, 2016) são fundamentais para a competitividade das MPE's.

Além das limitações em estudos de adoção de tecnologia relacionadas a Indústria 4.0, há também oportunidade de abordar novas perspectivas da adoção de tecnologias no modelo de negócios (LEMNEN *et al.*, 2019). Os efeitos da adoção de Indústria 4.0 nos modelos de negócios ainda são insuficientes e não são sistematicamente examinados (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017).

Na perspectiva regional, estudos defendem que as diferenças nacionais, culturais e organizacionais sejam abordadas e que pesquisas em países em desenvolvimento sejam realizadas (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; MÜLLER; DÄSCHLE, 2018) para compreender os diferentes contextos que podem interferir na adoção de tecnologias. A Alemanha, onde são realizados diversos estudos sobre Indústria 4.0, inovação e IIoT, é pioneira no uso de tecnologias industriais (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017). Porém, faz-se necessário ampliar os estudos em países em desenvolvimento para que possam seguir o exemplo alemão. Em países emergentes como o Brasil ainda não é claro como as empresas estão adotando a Indústria 4.0,



havendo lacunas sobre o processo de implementação e os benefícios das tecnologias, tanto em termos de mercado como em relação desempenho operacional (DALENOGARE *et al.*, 2018).

Mais pesquisas são necessárias sobre modelo de negócios baseados em Indústria 4.0 principalmente em contextos emergentes (LEMNEN *et al.*, 2019), bem como compreender o impacto do uso intensivo de tecnologia no modelo de negócio das PME's (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). A integração digital permite maior aproximação com o cliente, o que modifica o modelo de negócios da empresa, e podendo gerar ganhos na cadeia de valor, visto que há maior entrega para o cliente e conseqüentemente, maior captura de valor para a empresa (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017). Os estudos sobre inovação em modelo de negócios são recentes e tem levantado grande interesse acadêmico e gerencial (CLAUSS, 2017; FOSS; SAEBI, 2016; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), havendo assim espaço para ampliar as pesquisas e aprofundar o tópico.

Desta forma, a presente pesquisa se propôs a analisar “como a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 por pequenas e médias empresas modificam seus modelos de negócios?”, a fim de ampliar o entendimento na área de países em desenvolvimento.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Analisar como a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 influenciam a inovação em modelo de negócios de pequenas e médias empresas.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

O presente estudo tem como objetivos específicos:

- a) Identificar quais são as tecnologias utilizadas pelas PME's;
- b) Mapear o processo de adoção de tecnologias da Indústria 4.0 em PME's, identificando os seus motivadores, facilitadores e barreiras;
- c) Demonstrar as mudanças do modelo de negócios das PME's ocasionadas pela adoção de tecnologias da Indústria 4.0.

### 1.3 Justificativa

A implementação da Indústria 4.0 busca a melhoria no desempenho organizacional (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017) principalmente no contexto de grandes empresas, que possuem recursos para investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e para adquirir tecnologias, equipamentos e conhecimentos (LIN, D. *et al.*, 2018). Porém, os desafios para adoção da Indústria 4.0 são ainda grandes e envolvem: a capacidade de análise estratégica e planejamento; recursos financeiros e estruturais para implementação; formação de redes de cooperação; o modelo de negócios da empresa; qualificação do capital humano; e liderança para mudança (SCHNEIDER, 2018).

As PME's são identificadas por possuírem maior agilidade na tomada de decisão, disposição para correr riscos e flexibilidade para aproveitar as oportunidades de mercado, e por isso, possuem vantagens inovativas (LOVE; ROPER, 2015). Ainda, esses fatores podem levá-las a introduzirem novos produtos, serviços ou adotarem processos ou modelos de negócios inovadores, ampliando a sua vantagem de mercado (ROSENBUSCH; BRINCKMANN; BAUSCH, 2011). No entanto, as PME's ainda apresentam grandes dificuldades para adotarem tecnologia de alto nível, seja por limitações de recursos estruturais e financeiros, quanto por capacidade de análise estratégica (BOUWMAN; NIKOU; DE REUVER, 2019). As empresas têm grande dificuldade em gerenciar inovações que estão além das experiências e conhecimentos prévios, onde suas crenças e práticas anteriores não se aplicam (CHESBROUGH, H. W.; ROSENBLOOM, 2002) e assim, por falta de investimentos em tecnologias de mecanização e digitalização, torna-se mais complexa a implementação da Indústria 4.0 nas empresas de menor porte (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018).

Estudos realizados em países desenvolvidos apresentam como resultados os impactos positivos da Indústria 4.0 para as PME's, seja no modelo de negócios (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018) ou na performance e competitividade (LOVE; ROPER, 2015; VERBANO; CREMA, 2016). Em países emergentes como o Brasil, há estudos que atestam a melhoria do desempenho nas empresas, principalmente nas manufatureiras de médio a grande porte (DALENOGARE *et al.*, 2018; TORTORELLA; FETTERMANN, 2017). Porém, o campo dedicado as PME's ainda carece de pesquisas que explorem o assunto de maneira mais profunda, apresentando caminhos e alternativas que sirvam de referência para melhorias organizacionais.

A necessidade de iniciativas de promoção da Indústria 4.0 no Brasil fica clara quando são analisados dados de competitividade do país. Conforme dados da Deloitte e *Council on*

*Competitiveness* (2016), o Brasil caiu 23 posições no Índice Global de Competitividade da Manufatura, saindo da 5ª posição em 2010 para a 29ª posição em 2016, deixando claro que não há uma articulação e uma agenda de trabalho efetiva nesse campo.

Apesar da dificuldade em conceituar PME's, visto que existem diferentes critérios adotados por diferentes órgãos e instituições (GUIMARÃES; CARVALHO; PAIXÃO, 2018), é reconhecido o seu papel na economia brasileira. Quando considerado o critério de faturamento, as PME's representam 77,3% do número de estabelecimentos privados, e 52,3% da ocupação de vagas de emprego no país (BRASIL, 2020). No Rio Grande do Sul, as PME's também apresentam um papel importante na economia, sendo as maiores geradoras de empregos, mantendo um saldo positivo de 1.459 no ano de 2018 no setor manufatureiro, ante um saldo negativo das grandes empresas (SEBRAE, 2019). Salienta-se as empresas de manufatura no estado visto que o RS é o 3º maior estado em número de empresas do segmento no país, conforme IBGE (2019).

Vista a relevância das PME's, compreender as condições que permitem a inovação para este segmento de empresas mostra-se um campo importante de estudo. Estas empresas apresentam melhor desempenho ao aprimorarem sua capacidade de inovação, visto que inovar ideias e tecnologias é fundamental para inovar o modelo de negócios (BOUWMAN; NIKOU; DE REUVER, 2019; CHESBROUGH, H., 2010). Desta forma, as PME's podem fazer melhor uso de seus recursos e aumentar sua competitividade, uma vez que é mais difícil para os concorrentes copiarem todo um novo sistema de atividades do que apenas um produto ou processo (AMIT; ZOTT, 2012). O desenvolvimento de novos modelos de negócios pode ocorrer de maneira integral, ou seja, planejar e implementar um negócio completamente distinto, mas também contempla a diversificação por adição de modelos de negócios, por aquisição ou por transformação de um modelo em outro (GEISSDOERFER; VLADIMIROVA; EVANS, 2018). Enquanto campo de pesquisa, identifica-se que a Inovação em Modelo de Negócios pode ocorrer como processo organizacional ou como resultados de mudanças organizacionais (FOSS; SAEBI, 2016).

Desta forma, a presente pesquisa traz como contribuição teórica aprofundar o conhecimento sobre IMN em PME's, com enfoque no uso de tecnologia e seus impactos na inovação dos negócios. Além disso, contribui para a discussão acerca das vantagens da Indústria 4.0 em PME's. Busca-se assim, apontar como a adoção de tecnologia por parte das PME's pode contribuir para a inovação nos seus modelos de negócio. Portanto, a relevância prática deste estudo está em fornecer aos gestores argumentos sobre a importância da adoção de tecnologia e servir de referência sobre a necessidade de inovação em modelo de negócios para

competitividade da empresa. Os resultados ainda podem servir de base para formulação de políticas de incentivo e fomento tecnológico voltadas a PME's, como forma de desenvolvimento econômico e aumento da competitividade setorial.

No próximo capítulo será apresentado o referencial teórico, discutindo as definições de Indústria 4.0, as tecnologias estudadas na presente pesquisa, os fatores que influenciam ou dificultam o processo de adoção tecnológica nas PME's, os conceitos de Modelo de Negócios e Inovação em Modelo de Negócios. O terceiro capítulo apresenta o método de pesquisa a ser utilizado, a partir de Estudos de Caso Múltiplos, caracterizando os casos a serem estudados, os procedimentos de coleta e os critérios de análise dos dados. O quarto contempla a análise e discussão dos resultados obtidos. Finalmente são apresentadas as considerações finais, bem como as contribuições gerenciais e acadêmicas, as limitações da pesquisa e as sugestões de estudos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEORICO

Nesta seção são apresentados os principais conceitos utilizados no presente trabalho para subsidiar o entendimento bem como proporcionar o embasamento teórico necessário.

### 2.1 Indústria 4.0

Indústria 4.0 é o termo mais comumente usado para representar a 4ª Revolução Industrial (BIENHAUS; HADDUD, 2018; SCHNEIDER, 2018), momento em que o ganho de competitividade da indústria está diretamente ligado à integração dos seus sistemas produtivos e inteligência operacional, com uso intensivo de conectividade entre máquinas, equipamentos, softwares e pessoas, atuando de maneira integrada (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018; OZTEMEL; GURSEV, 2018). O resultado são sistemas ciber-físicos e inteligentes, além de outras tecnologias de conectividade, que podem criar valor para as atividades industriais (FRANK *et al.*, 2019).

A Indústria 4.0 pode ser definida como uma filosofia de fabricação (OZTEMEL; GURSEV, 2018), em que sistemas ciber-físicos (*cyber physical systems – CPS*) e a IIoT são integrados na fabricação e logística de produção (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Um dos aspectos mais importantes da Indústria 4.0 é a digitalização, que permite a utilização de tecnologias de maneira eficiente no processo produtivo (BIENHAUS; HADDUD, 2018). A digitalização habilita a combinação de informações e comunicações por meio da tecnologia da informação (*information and communication technology - ICT*), e seu impacto pode ser percebido em muitas áreas de negócios, como bens de consumo, agricultura, saúde, mobilidade, mas principalmente, na indústria (NATIONAL CONFEDERATION OF INDUSTRY, 2016).

A aplicação da digitalização nas empresas pode ocorrer por fases ou níveis de implementação de tecnologia, envolvendo: 1) a digitalização de processos e integração da cadeia; 2) a digitalização de produtos e serviços e 3) a geração de novos modelos de negócios digitais (OZTEMEL; GURSEV, 2018). De maneira distinta, Matzler et al.(2018) defende que o primeiro nível da digitalização é o de produtos e serviços, através do uso de IIoT e dispositivos inteligentes, seguido pela digitalização de processos e decisões, com utilização intensiva de *big data*, *analytics* e CPS. Esses níveis permitem que as empresas revisem seus mecanismos de atuação, implementem novos produtos e serviços e tenham novos modelos de negócios digitais.

Dessa forma, o primeiro objetivo da Indústria 4.0 é a integração horizontal, que permite a otimização dos processos de produção dentro da cadeia. Através da integração vertical as empresas podem obter ganhos com a implementação do CPS, que é o segundo objetivo da Indústria 4.0, gerando produtos inteligentes que irão, portanto, viabilizar modelos de negócios digitais (LICHTBLAU *et al.*, 2015). Através da integração vertical e horizontal a empresa pode então se tornar uma *Smart Manufacturing*, considerado o pilar central da Indústria 4.0 (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

Em suma, diferentes tecnologias são identificadas como componentes da Indústria 4.0, sendo reconhecidas oito tecnologias com maior aplicação, a saber: manufatura aditiva, análise de *big data*, computação em nuvem, sistemas ciber-físicos, internet das coisas, cibersegurança, robôs colaborativos e *visual computing* (DALMARCO; BARROS, 2018). Essas tecnologias permitem a utilização de dispositivos móveis, sistemas de georreferenciamento, impressoras 3D, interface homem-máquina e máquina-a-máquina que propiciam novos sistemas produtivos, possibilitando novos serviços e produtos capazes de originar novos modelos de negócio (OZTEMEL; GURSEV, 2018). Para melhor entendimento, no Quadro 1, são apresentadas as tecnologias consideradas habilitadoras da Indústria 4.0.

Quadro 1: Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0

Tecnologia	Definição	Referência
Integração dos sistemas ( <i>Enterprise Resource Planning - ERP</i> )	Sistemas de tecnologia da informação que integram os setores e otimizam os recursos da empresa. Com isso, viabilizam o planejamento e uso dos recursos físicos, financeiros e humanos da empresa integrando as comunicações e necessidades dos setores de produção, compras, recursos humanos, finanças e contabilidade, marketing e distribuição.	Oztemel e Gursev (2018) Awa e Ojiabo (2015)
Sistemas Ciber-Físicos ( <i>Cyber-Physical Systems - CPS</i> )	Consiste na comunicação entre objetos físicos e o ambiente virtual através da internet, por meio de sensores, máquinas inteligentes e sistemas. Conecta sistemas embarcados, componentes, máquinas e objetos, propiciando monitoramento de processos, controle instantâneo, acompanhamento de resultados em tempo real e maior integração entre atividades e setores.	Oztemel e Gursev (2018) Dalmarco e Barros (2018) Schuh et al. (2017)
Comunicação Máquina-a-Máquina ( <i>M2M</i> )	Comunicação direta entre máquinas e equipamentos através de um canal ou rede, que pode ser com ou sem fio. Está diretamente relacionada com o conceito de IoT, e permite que uma infraestrutura de serviços seja realizada remotamente, como manutenção e programação	Oztemel e Gursev (2018) Uchihira et al. (2015)
Industrial Internet of Things ( <i>IIoT</i> )	Inter-relacionamento de dispositivos físicos, tais como máquinas, equipamentos, veículos, edifícios e outros por meio de computação embarcada. Softwares e sensores permitem que os dispositivos físicos colem, transmitam e troquem dados em rede. Viabiliza a agilidade de comunicação e tomada de decisão, flexibilização da produção e ganhos de qualidade	Oztemel e Gursev (2018) Kiel, Arnold e Voigt (2017)

<b>Tecnologia</b>	<b>Definição</b>	<b>Referência</b>
Inteligência Artificial	Dispositivos tecnológicos com capacidade de simular o raciocínio humano, tornando-se assim mais autônomo. Permite que máquinas e pessoas possam cooperar na realização de tarefas e que máquinas desenvolvam a capacidade de se adaptar aos ambientes e resolver problemas, aumentando a autonomia produtiva.	Liu et al. (2019) Oztemel e Gursev (2018)
Robôs Inteligentes	Os robôs inteligentes ou autônomos são um produto da inteligência artificial, combinados com sensores altamente avançados. Isso lhes garante a capacidade de perceber o ambiente a sua volta e reconhecer situações, para que possam assim agir de maneira independente, ou seja, sem a necessidade de intervenção humana	Yun et al. (2019) Oztemel e Gursev (2018)
Simulação Computacional ( <i>Virtual Manufacturing</i> )	Uso de computadores para simular, modelar e otimizar as operações críticas e áreas críticas	Oztemel e Gursev (2018)
Computação em nuvem	Serviço de armazenamento online de sistemas, aplicações, programas e dados. Por meio de um servidor virtual, aumenta a conveniência, mobilidade e capacidade de armazenamento, sem a necessidade de instalação de dispositivos físicos, garantindo maior eficiência e eficácia.	Dalmarco e Barros (2018) Oztemel e Gursev (2018) Bienhaus e Haddud (2017)
Realidade aumentada	Versão aprimorada da realidade utilizando recursos computacionais para visualizar ambientes e/ou dispositivos que permite prevenir erros em vários estágios do processo de fabricação, bem como instruir o trabalho dos operadores de produção.	Oztemel e Gursev (2018) Strandhagen et al. (2017)
<i>Big Data &amp; Analytics</i>	A conectividade e integração de dispositivos e sistemas gera dados continuamente sobre os processos e produtos, em quantidade, tamanho e velocidade alarmantes, mas que podem garantir maior confiabilidade para a tomada de decisão. Para isso, o uso de ferramentas estatísticas se faz necessário para ler e permitir o uso dessas informações nas decisões empresariais.	Dalmarco e Barros (2018) Oztemel e Gursev (2018) Strandhagen et al. (2017)
Segurança Cibernética	Proteção de sistemas críticos, através de soluções digitais que contemplem alta resistência a riscos e esquemas de fraudes que possam acessar os dispositivos conectados, visando proteger dados e informações através da rede.	Dalmarco e Barros (2018) Bienhaus e Haddud (2017)

Fonte: A Autora (2021)

A amplitude de aspectos tecnológicos relacionados à Indústria 4.0 indicam a existência de muitas possibilidades de abordar o tema e seus impactos (LIAO *et al.*, 2017). A adoção da Indústria 4.0 inicia-se com a aplicação do CPS tanto nos produtos quando nos processos produtivos, e assim possibilita-se a utilização da computação virtual, IIoT, robôs e *machine learning* como forma de estabelecer a conectividade na empresa (DALMARCO; BARROS, 2018). Dessa forma, se constituem os sistemas de fábricas inteligentes em que máquinas, pessoas e materiais são combinados de maneira inteligente, gerando assim, produtos inteligentes (OZTEMEL; GURSEV, 2018).

A partir da revisão de literatura, o presente estudo adota a visão de Oztemel e Gursev (2018) acerca do conceito de Indústria 4.0, juntamente com Kagermann, Wahlster e Helbig

(2013), sendo então entendida como uma **filosofia moderna de fabricação, com um sistema de produção flexível baseado na internet**. Dessa forma, diferentes tecnologias podem ser utilizadas, para inserir a empresa na jornada digital, conforme suas necessidades e contexto de adoção.

### 2.1.1 Adoção de Tecnologias da Indústria 4.0

É importante entender que a Indústria 4.0 pode ser utilizada pelas PME's em duas vias distintas, seja a empresa como usuária de tecnologias ou fornecedora de tecnologias da Indústria 4.0 (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). O seu posicionamento em relação à adoção de tecnologias da Indústria 4.0 depende do nível de maturidade da empresa, relacionado a aspectos organizacionais, elementos facilitadores de acesso e uso das tecnologias (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016). Uma das ferramentas existentes é o “*The acatech Industrie 4.0 Maturity Index*” que auxilia as empresas a determinarem o seu atual estágio da transformação tecnológica, considerando as perspectivas tecnológica, organizacional e cultural no processo de gestão da produção (SCHUH *et al.*, 2017). Neste estudo, são estabelecidos seis estágios de desenvolvimento dependentes, ou seja, um estágio mais avançado depende que o anterior tenha sido atingido. Cada estágio determina as tecnologias que são necessárias, sendo a base os estágios (i) Computerização e (ii) Conectividade, que determinam o nível de digitalização da empresa (OZTEMEL; GURSEV, 2018; SCHUH *et al.*, 2017). Os estágios seguintes são: (iii) Visibilidade, (iv) Transparência, (v) Capacidade Preditiva e (vi) Adaptabilidade.

Por sua vez, o estudo de conduzido por Müller et al (2018) com PME's identificou quatro níveis de implementação da Indústria 4.0, relacionados com o grau de motivação da organização, que são 1) Fabricantes Artesanais, aqueles que ainda não identificam relevância na adoção de Indústria 4.0; 2) Planejadores em Estágio Preliminar, aqueles que se sentem motivados mas com conhecimento não aprofundado sobre o tema, 3) Usuários da Indústria, empresas que já adotam tecnologias de Indústria 4.0 no seu processo produtivo, e por fim, 4) Adotantes em Larga Escala, que são as empresas que além de adotarem novas tecnologias, já se interessam por modificar sua oferta de produtos ou serviços e percebem que podem obter ganhos de mercado como fornecedores de Indústria 4.0.



Considerando as diferentes propostas de avaliação da maturidade tecnológica, buscou-se na presente pesquisa (i) identificar as tecnologias que são adotadas pelas empresas, (ii) compreender como a adoção destas tecnologias modifica os recursos e atividades da empresa e, a partir disso, (iii) quais elementos do MN da organização são alterados. Segundo Müller et al (2018) somente o último estágio de adoção demonstra inovação em equipamentos de produção, força de trabalho, parceiros, produtos, serviços e interação com clientes, podendo então ser identificado com inovação que impacta nas três dimensões no Modelo de Negócio. Destaca-se que o estudo não teve a pretensão de discutir escalas de maturidade por conta da natureza da pesquisa, ou seja, não é possível generalizar os resultados utilizando estudo de caso.

### 2.1.2 Facilitadores e Barreiras para a Adoção de Tecnologias de Indústria 4.0

Visto que a adoção de tecnologias está relacionada com a maturidade tecnológica da empresa, diferentes pesquisas veem sendo realizadas buscando compreender quais os fatores que podem influenciar positivamente na adoção e implementação de novas tecnologias (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019; KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017). Para Horváth e Szabó (2019), esses facilitadores são a força motriz da adoção de tecnologias da Indústria 4.0, que representam “um pilar básico na competitividade futura das empresas”.

Diferentemente dos benefícios esperados, os facilitadores são fatores motivadores que possuem a capacidade de promover o início da jornada de digitalização das empresas. Ainda são poucos os estudos que identificam a força motriz para a empresa adotar Indústria 4.0 (LIN, B.; WU; SONG, 2019) mas são relatados frequentemente na literatura pontos como perceber a possibilidade de inovar o modelo de negócio vigente através da adoção de tecnologias (HORVÁTH; SZABÓ, 2019; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), capacidade de ampliação da oferta aos clientes por meio de novos serviços e soluções (FRANK *et al.*, 2019; LASI *et al.*, 2014), a busca por maior eficiência produtiva (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019) visando ao aumento da produtividade e competitividade (DALENOGARE *et al.*, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019; TORTORELLA; FETTERMANN, 2017). No Brasil, uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria – CNI (2016) aponta um dos fatores prioritários para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no país a aplicação em cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores. A cooperação entre pequenas, médias e grandes empresas contribui para a competitividade da indústria e para a inovação no setor (BRINK, 2017).

Empresas que compram ou fornecem para mercados estrangeiros com economias mais desenvolvidas, percebem a digitalização como uma condição essencial para permanecer no mercado (HORVÁTH; SZABÓ, 2019). A adoção também é facilitada pelo atual nível de mecanização e automação da empresa (LIN, B.; WU; SONG, 2019), além da estrutura e complexidade de processos internos, tais como infraestrutura de TI e velocidade de internet e qualidade da conexão disponível (KHAYER *et al.*, 2020; LEPORE; SPIGARELLI, 2020). O Quadro 2 apresenta os fatores identificados na literatura como forças facilitadoras à jornada de adoção tecnológica.

Quadro 2: Facilitadores da Adoção Tecnologias de Indústria 4.0

Facilitadores da Adoção de I4.0	Autor	Descrição
Aumento da Produtividade e Competitividade	Tortorella e Fettermann (2017), Dalenogare (2018), Horváth e Szabó (2019)	Maior eficiência na utilização de recursos através da produção com redes inteligentes, criem uma vantagem decisiva da empresa sobre seus concorrentes
Maior eficiência produtiva	Bienhaus; Haddud (2018); Horváth e Szabó (2019)	Automação de atividades operacionais, reduzindo os índices de falhas e erros e aumento do nível de qualidade.
Seguir as tendências de mercado e pressão dos concorrentes	Horváth e Szabó (2019)	Competição de mercado intensificada nas empresas que possuem clientes ou fornecedores em estabelecidos em economias mais desenvolvidas
Aumento do valor agregado pelo trabalho humano	Tortorella e Fettermann (2017); Horváth e Szabó (2019)	Redução de mão-de-obra no trabalho operacional, criando espaço para as pessoas desempenharem atividades mais estratégicas
Redução de custos, sejam operacionais, com estoques e custo dos recursos humanos	Horváth e Szabó (2019)	Percepção de benefícios financeiros, com a redução de custos e despesas de operação e gestão
Oportunidade de Inovação no Modelo de Negócios	Horváth; Szabó, 2019; Müller; Buliga; Voigt, 2018	Arquitetar projetos ou mudanças que impliquem em novidades e soluções mais completas oferecidas pela empresa
Expectativa por maior controle do desempenho da empresa	Horváth e Szabó (2019)	Gerar dados em tempo real, suportando a tomada de decisão e gestão do conhecimento.
Características da Indústria	Lin; Wu; Song (2019)	Empresas de equipamentos possuem maior probabilidade de adotar I4.0 visto que tecnologias como IIoT e <i>Smart Products</i> são mais fáceis de aplicar em indústrias que possuem um maior nível de mecanização e automação.
Índice de participação acionária dos maiores acionistas	Lin; Wu; Song (2019)	Quanto maior o índice de participação acionária dos principais acionistas, maior a probabilidade de implementar a Indústria 4.0 do ponto de vista do desenvolvimento de longo prazo da empresa.

Facilitadores da Adoção de I4.0	Autor	Descrição
Tamanho da empresa	Tortorella e Fettermann (2017); Lin; Wu; Song (2019)	As empresas de maior porte além de possuírem mais recursos para promover a Indústria 4.0, percebem maior impacto positivo da adoção, pela complexidade de seus processos.
Potencial Tecnológico da Região	Lepore; Spigarelli (2020)	As políticas regionais devem ser construídas sobre as capacidades locais, incentivando estratégias inovadoras, baseadas em atores e conhecimentos locais e não locais.
Recursos e Processos Internos	Khayer et al (2020); Lepore; Spigarelli (2020)	Infraestrutura de TI, qualidade e velocidade de conexão de internet, habilidades de TI e compatibilidade com processos internos
Autoconfiança dos Gestores no uso de tecnologias	Khayer et al (2020);	Confiança do tomador de decisão na sua capacidade e habilidade de utilizar tecnologias de maneira eficiente.
Estratégia Empresarial	Tortorella e Fettermann (2017);	Estabelecer uma estratégia de negócios voltada para a adoção de tecnologias, alinhando as expectativas de crescimento da empresa com a contribuição da tecnologia implementada.
Contexto Socioeconômico	Tortorella e Fettermann (2017);	Estabilidade econômica, variações cambiais, balança comercial podem interferir na performance operacional

Fonte: A Autora (2021)

Por outro lado, as barreiras são os fatores inibidores ao processo de mudança necessário para a adoção de tecnologias. Um dos temas mais abordados em barreiras se refere à força de trabalho, seja pela falta de qualificação necessária (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; MITTAL *et al.*, 2018; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018; RAJ *et al.*, 2020), pelo longo tempo necessário para qualificação e treinamento (HORVÁTH; SZABÓ, 2019) ou, ainda, no caso de países emergentes, como o Brasil, pelo baixo custo da força de trabalho (DALENOGARE *et al.*, 2018). Esse último fator relaciona-se também com as barreiras financeiras: a tecnologia, que é mais cara em países em desenvolvimento (RAMANI; THUTUPALLI; URIAS, 2017), tem um custo de introdução alto, tornando o *payback*<sup>1</sup> muito longo (HORVÁTH; SZABÓ, 2019), o que se torna impeditivo para a adoção e modernização das empresas.

Para Mittal *et al.* (2018), as PMEs sofrem com menor “*networking* interdisciplinar” – essas empresas possuem menos alianças e parceiras com universidades e institutos de pesquisa, ficando limitadas a aprender com sua própria experiência devido à falta de acesso ao conhecimento compartilhado. O estudo de Raj *et al.* (2020) traz, ainda, como barreiras importantes de serem consideradas, a falta de clareza quanto aos benefícios econômicos, a dificuldade de integração na cadeia de valor, a baixa padronização e regulamentação

<sup>1</sup> Prazo de retorno do investimento

governamental, a falta de infraestrutura adequada para implementação de tecnologias, os riscos relacionados à cibersegurança, além de fatores internos e culturais. No Quadro 3 são apresentadas as barreiras identificadas em estudos anteriores, agrupadas em áreas para melhor compreensão dos aspectos organizacionais impactados durante a jornada digital das empresas.

Quadro 3: Barreiras a Adoção de Tecnologias de I4.0

Grupo	Barreiras Descritas	Contexto da Pesquisa	PME's	Autor
Infraestrutura e Processos Internos	Adequação da infraestrutura organizacional para a transformação digital	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)
		Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
		Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
	Desafios para garantir a qualidade dos dados	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
		Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
	Falta de Tecnologias Avançadas	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
	Falta de Integração em TI	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
		Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
	Risco de violações de segurança	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)
		Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
		País desenvolvido	Sim	Müller, Buliga e Voigt (2018)
	Baixo nível de maturidade da tecnologia desejada	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
Falta de padronização, regulamentação e certificação	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)	
	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)	
Capacitação e Engajamento	Funções de trabalho e descrições existentes podem servir para os novos papéis	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)
	Interrupção de trabalhos existentes	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
	Capacidades da equipe	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)
	Falta de competências adequadas e força de trabalho qualificada	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)

<b>Grupo</b>	<b>Barreiras Descritas</b>	<b>Contexto da Pesquisa</b>	<b>PME's</b>	<b>Autor</b>	
	Conhecimento específico na sua área de atuação	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)	
	Engajamento de Recursos Humanos	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)	
	Falta de habilidades digitais	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)	
	Disponibilidade de recursos e treinamentos aos funcionários	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)	
	Longo tempo de treinamento da equipe	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)	
	Falta de cultura digital e treinamento	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)	
	Exposição ao desenvolvimento de recursos humanos	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)	
Estratégia e Cultura Organizacional	Apoio da Liderança à liberdade criativa necessária à inovação e criação	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)	
	Cultura organizacional e flexibilidade da liderança	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)	
	Tomada de decisão centralizada	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)	
	Interesses contraditórios em diferentes unidades organizacionais	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)	
	Gestão Ineficaz e Resistência à mudança		Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
			Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
			Adoção de Computação em Nuvem nas PME's do Leste Asiático	Sim	Khayer et al (2020);
	Falta de estratégia digital ao lado da escassez de recursos		Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
			Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)
			Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
Falta de planejamento consciente: definição de metas, etapas e recursos necessários	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)		

Grupo	Barreiras Descritas	Contexto da Pesquisa	PME's	Autor
	Falta de Clareza sobre os benefícios econômicos	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
	Falta de um líder com habilidades, competências e experiência adequadas.	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
	Incertezas e medos da organização para implementar a digitalização	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)
Rede de Colaboração	Inclusão dos fornecedores no processo	Países do continente Europeu, África, Ásia, Oriente Médio e Américas	Não específica	Bienhaus e Haddud (2017)
	Falta de vontade de cooperar por parte da cadeia de abastecimento	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
	Dependência dos fornecedores	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
	Mudanças na integração da cadeia de valor	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
	Menor networking interdisciplinar e estratégia de colaboração	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
	Carência de aliança com Universidades e Institutos de Pesquisa	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
Viabilidade Financeira	Alto investimento para implementação	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)
		Implicações da I4.0 na cadeia de valor das PME's alemãs	Sim	Müller, Buliga e Voigt (2018)
		Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
	Falta de recursos financeiros	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
	Retorno e lucratividade	Ecossistema húngaro	Sim	Horváth e Szabó (2019)
	Menor investimento em P&D	Modelos de maturidade adotados na Europa e Ásia	Sim	Mittal et al. (2018)
Ambiente Externo	Desigualdade (econômica, social e etária)	Países desenvolvidos e em desenvolvimento	Não	Raj et al. (2020)

Fonte: A Autora (2021)

A literatura apresenta barreiras à digitalização na cadeia de suprimentos, considerando principalmente países desenvolvidos em diferentes continentes (BIENHAUS; HADDUD, 2018) e à implementação de tecnologias de I4.0 em países desenvolvidos e em desenvolvimento por grandes e médias empresas (RAJ *et al.*, 2020). Ao buscar barreiras específicas das PME's para iniciarem a jornada digital, os estudos encontrados ocorrem em países desenvolvidos, principalmente do Continente Europeu (HORVÁTH; SZABÓ, 2019; MITTAL *et al.*, 2018; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Desta forma, na presente pesquisa buscou-se identificar **como as Pequenas e Médias Empresas, em um país emergente são influenciadas no processo de transformação digital e como este processo ocorre**. Para Horváth e Szabó (2019), compreender as especificidades culturais e organizacionais a fim de gerenciar as resistências, deve ser uma tarefa prioritária dos projetos de Indústria 4.0.

## 2.2 Modelo de Negócios

Estabelecer uma combinação estratégica dos elementos do negócio, contemplando recursos físicos, humanos e materiais como forma de garantir a atenção dos clientes trazendo resultados financeiros é um dos objetivos do modelo de negócios (MORRIS; SCHINDEHUTTE; ALLEN, 2005). Os estudos sobre modelagem de negócio cresceram a partir dos anos 2000, quando o comércio eletrônico mudou drasticamente a forma como os clientes se relacionam com as empresas, obrigando os negócios a redefinirem seus segmentos de mercado, estruturas, mecanismos de oferta e o relacionamento desses elementos para capturarem valor de seus clientes (FOSS; SAEBI, 2016).

O conceito de modelo de negócios não é único, podendo ser representado por uma estrutura estratégica utilizada para conceituar um empreendimento baseado em valor (MORRIS; SCHINDEHUTTE; ALLEN, 2005), entendendo que *valor* é a forma como as organizações conectam seus recursos e conhecimentos na realização de atividades que geram produtos ou serviços para seus clientes, retornando valor econômico para a empresa (CHESBROUGH, H. W.; ROSENBLOOM, 2002). Para Teece (2010), um modelo de negócios define a forma como uma empresa entrega valor aos seus clientes, como atrai clientes dispostos a entregar valor para a empresa e como a empresa converte isso em resultados para o negócio. Ainda, um modelo de negócios “descreve a lógica de criação, entrega e captura de valor por parte de uma organização” (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011).



Mesmo com diferentes conceitos, um Modelo de Negócios contempla elementos básicos, inter-relacionados de forma a facilitar a identificação da proposta de valor da empresa. O sucesso de um modelo de negócios está em conectar o potencial técnico da organização com a realização de valor econômico (CHESBROUGH, H. W.; ROSENBLOOM, 2002). O quadro de modelo de negócios, também conhecido por *Business Model Canvas (BMC)* foi desenvolvido por Osterwalder e Pigneur (2011) tem como vantagem sua estrutura visual, permitindo a apresentação dos elementos críticos de sucesso do negócio. Para melhor compreensão, a estrutura do BMC é apresentada na Figura 1.

Figura 1: Quadro do Modelo de Negócios

Parceiros-Chave	Atividades-Chave	Proposta de Valor	Relacionamento com Clientes	Segmentos de Clientes
	Recursos - Chave		Canais	
Estrutura de Custos			Fontes de Receita	

Fonte: Adaptado de Osterwalder e Pigneur (2011)

Os elementos do BMC podem ser analisados por área visando compreensão das dimensões do negócio e dos fatores que contribuem para o desempenho organizacional (FOSS; SAEBI, 2016). Trimi et al (2012) propõe quatro áreas de análise do BMC, sendo: produtos, clientes, infraestrutura e finanças. Nesta proposta, a área de produto descreve a *Proposta de*

*Valor* do negócio em termos de produtos e serviços para o mercado; a área de clientes descreve o engajamento com o cliente, definindo o público-alvo, suas demandas e necessidades, como os clientes percebem a entrega de valor e o tipo de relacionamento que a empresa deve manter com cada segmento de cliente, através dos blocos *Segmentos de Clientes*, *Relacionamento com Clientes* e *Canais*. A infraestrutura contempla os itens *Recursos-Chave*, *Atividades-Chave* e *Parceiros-Chave* para identificar as atividades de logística e operação, recursos de produção e o relacionamento com os parceiros chave. E por fim, a área financeira apresenta se é possível atingir a sustentabilidade financeira, considerando a *Estrutura de Custos* e *Fontes de Receitas* da empresa (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011; TRIMI; BERBEGAL-MIRABENT, 2012).

Os nove blocos do BMC proposto por Osterwalder e Pigneur (2011) não são utilizados somente para dimensionar e especificar os instrumentos que serão usados para atender as necessidades dos clientes (TRIMI; BERBEGAL-MIRABENT, 2012), mas também para a empresa saber como está conectada a todos os seus *stakeholders*, visando uma relação de geração valor a todos através do modelo de negócios da empresa (ZOTT; AMIT, 2007). Para Müller, Buliga e Voigt (2017, p. 3) o MN representa “a soma de mecanismos de criação de valor, oferta de valor, e captura de valor”. Os conceitos de criação, oferta e captura de valor no MN são também trazidos por Osterwalder e Pigneur (2011), que descrevem que a *criação de valor* representa os recursos, atividades, fornecedores da empresa e os custos necessários para o MN funcionar. A *oferta de valor* representa os produtos e serviços oferecidos e como eles satisfazem as necessidades dos clientes. E por fim, a *captura de valor* se refere aos segmentos de mercado atendidos, os canais utilizados para atendimento, venda e entrega aos clientes, os tipos de relacionamento mantidos pela empresa com seus cliente e fontes de receita que a empresa obtém.

Desta forma, contemplando a visão de Morris et al (2005), Zott e Amit (2007), Müller et al (2018), a presente pesquisa utiliza o **Modelo de Negócios como uma estrutura estratégia que esclarece os elementos que interferem na criação, oferta e captura de valor a todas as partes interessadas no negócio**. Uma das grandes vantagens descrita por Trimi et al (2012) é que a modelagem do negócio força os empreendedores a considerar cada um dos elementos individualmente, mas também como parte do todo, simultaneamente. Assim, amplia a visão sistêmica e evita que concentrem seu foco em partes específicas do negócio em detrimento de outros elementos chave. Essa discussão pode levar então a repensar a estrutura do negócio, originando potenciais inovações.

### 2.3 Inovação em Modelo de Negócios

As empresas têm como objetivo principal atender a demanda de mercado de forma a capturar valor, realizando trocas econômicas que lhe garantam sustentabilidade financeira (CHESBROUGH, H. W.; ROSENBLOOM, 2002). Para que essas trocas sejam percebidas pelo mercado como vantajosas, é fundamental que contemplem algum grau de novidade, de forma a garantir a competitividade do negócio (BESSANT; TIDD, 2009; LOVE; ROPER, 2015). Implantar novidades ou modificações em produtos ou processos diferenciando significativamente dos produtos ou processos anteriores da organização, e disponibilizá-las para usuários (internos ou externos à organização) é a definição de inovação proposta pelo Manual de Oslo (OECD/EUROSTAT, 2018b).

Inovação é uma ideia, prática ou objeto que é percebido como novo por um ou mais grupos que os adotam (ROGERS; EVERETT, 1972) e pode ocorrer de diferentes formas com graus de impacto distintos. Corroborando essa visão, o Manual de Oslo (2018) define que uma inovação pode ser *nova para a empresa*, quando se tratar de um produto ou processo significativamente diferente do que era utilizado pela empresa até então. Pode também ser *nova para o mercado*, tendo o potencial de transformar o mercado ou segmento de atuação, e por fim, pode ser *nova para o mundo*, trazendo maior competitividade para a empresa e revolucionando o mercado de atuação. Esse último está intimamente ligado com a inovação radical.

A inovação radical implica em mudanças que criam novas percepções e transformam a forma de uso e as regras até então conhecidas. No entanto, melhorias em fatores já existentes podem também ser entendidas como uma inovação, classificada como incremental (BESSANT; TIDD, 2009). O entendimento de inovação evoluiu a ponto de deixar de estar exclusivamente relacionada a capacidade de Pesquisa e Desenvolvimento interno da organização, se estendendo como a capacidade de gerar, compartilhar e desenvolver ideias com seus relacionamentos chave, permitindo que não apenas produtos, mas novos projetos e ideias sejam financiados e comercializados (CHESBROUGH, H. W., 2003). O sucesso de uma inovação depende da capacidade de tomada de decisão no momento certo e de acessar ativos complementares ausentes na organização (TEECE, 2006), que podem ser obtidos através de parcerias chaves, gerando resultados em cadeia.

A inovação pode ser caracterizada pelo tipo de mudança que provoca, conforme proposto por Bessant e Tidd (2009), que classificam “os 4 P’s da inovação” - Produto, Processo, Posição (mudanças no contexto em que os produtos/serviços são introduzidos) e Paradigma (mudança

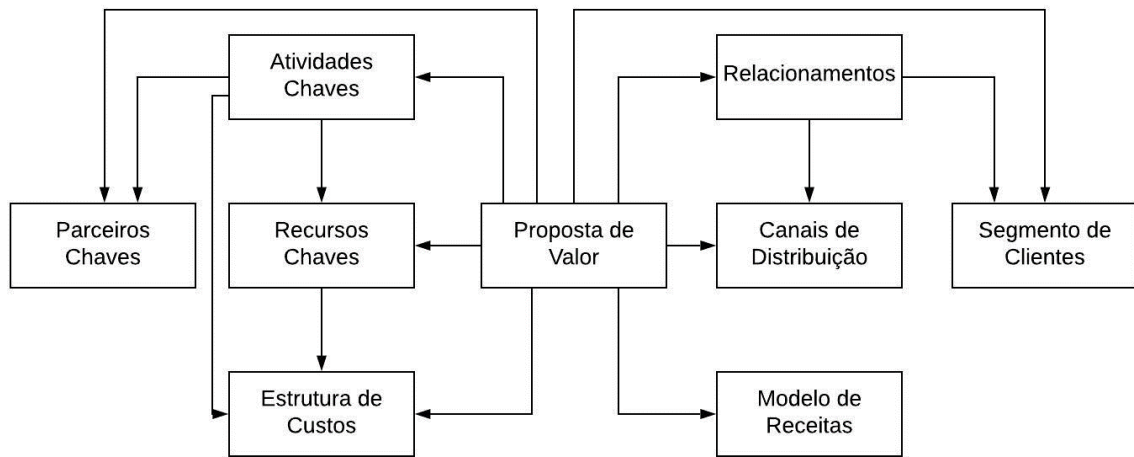
no modelo mental que norteia o que a empresa faz). Essa visão é similar ao que foi proposto pelo Manual de Oslo (2005) que classificava a inovação em 4 tipos: Produto, Processo, Marketing e Organizacional. A definição foi adotada por diferentes organizações que buscavam avaliar o nível de inovação e competitividade (GIFFI, 2013; PINTEC, 2014). Contudo, a última edição do Manual de Oslo (2018) propõe uma redução na classificação dos tipos de inovação visando simplificar o entendimento. Os tipos definidos são Inovação de Produto, que contemplam uma diferenciação significativa nos produtos ou serviços da empresa através de um produto ou serviço novo ou aprimorado e Inovação em Processos do Negócio, que ocorre quando a empresa muda um ou mais de seus processos causando uma diferenciação significativa aos processos anteriores (OECD/EUROSTAT, 2018a). A inovação em Processos do Negócio contempla então todas as atividades relacionadas a produção, entrega e suporte ao negócio, que estão então relacionadas com as dimensões do BMC.

As mudanças nas dimensões criação, captura e oferta de valor do modelo de negócio levam a inovação em modelo de negócio (CLAUSS, 2017). Inovar o modelo de negócios contempla projetos, novidades, mudanças não usuais nos elementos-chaves do modelo de negócios (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Clauss (2017) considera que IMN é sobre inovar no modelo de negócios, e não apenas em produtos ou processos, ou seja, ocorre em um sistema de produtos, serviços, tecnologia e/ou fluxos de informação que ultrapassam as fronteiras da empresa. Assim, a servitização, defendida por Frank et al. (2019) como estratégia de inovação relacionada à Indústria 4.0, salienta a importância do Sistema Produto-Serviço (*product-service system – PSS*) como forma de aumentar o valor agregado ao cliente e aos processos internos. Além disso, Foss e Saebi (2016) definem por IMN o planejamento e implantação de alterações inovadoras e não-triviais nos elementos-chaves do modelo de negócios de uma empresa, ou mesmo no inter-relacionamento entre os elementos-chaves do MN.

Para Müller et al. (2018) os elementos do MN estão altamente interconectados e, a mudança em um elemento do MN, gera algum grau de mudança nos demais, ou seja, mudanças significativas em um dos elementos sempre irão impactar todas as áreas do MN. Esta visão está alinhada com a definição de Amit e Zott (2012), que defendem que mudanças em atividades podem resultar em inovações no MN, seja por adicionar novas atividades, combinar atividades de novas maneiras ou alterar parte de uma atividade. O estudo realizado por Kiel et al. (2017) demonstra que a adoção de tecnologia possibilita oferecer novos produtos, serviços ou até uma combinação destes por meio pacotes de soluções, gerando mais valor aos clientes e criando uma

nova proposta de valor para a empresa. Os autores propõem um modelo que indica as relações entre os elementos do MN conforme apresentado a seguir:

Figura 2: Inter-relacionamento entre os elementos do MN



Fonte: Adaptado de Kiel, Arnold e Voigt (2017)

O modelo de Kiel et al. (2017) apresenta os inter-relacionamentos nos elementos do MN e quais podem iniciar mudanças relevantes para uma inovação no MN. A prática de inovar em modelo de negócios não é algo recente, pelo contrário, os mercados sempre foram impactados por modificações que revolucionaram o modelo de entrega e consumo. A diferença está na velocidade e na competitividade das mudanças mercadológicas (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Desta forma, a discussão sobre IMN é atual e apresenta grande crescimento, pela necessidade entendida tanto pela academia quanto pelo gestores de conceitualizar e compreender os fatores afetam esse fenômeno (FOSS; SAEBI, 2016).

Alterações que tragam maior eficiência organizacional e ofertem novidades ao mercado são fontes de criação de valor para todas as partes interessadas no negócio (ZOTT; AMIT, 2007). Assim, a IMN pode ocorrer nas dimensões de criação, oferta e captura de valor não necessariamente ao mesmo tempo, mas em relação à perspectiva adotada pela empresa para implementar mudanças (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Portanto, conforme os elementos do MN que são modificados, diferentes dimensões podem ser afetadas, trazendo inovação em níveis distintos. Para melhor compreensão, o Quadro 4 apresenta quais elementos estão relacionados com as três dimensões de valor do MN conforme diferentes autores.

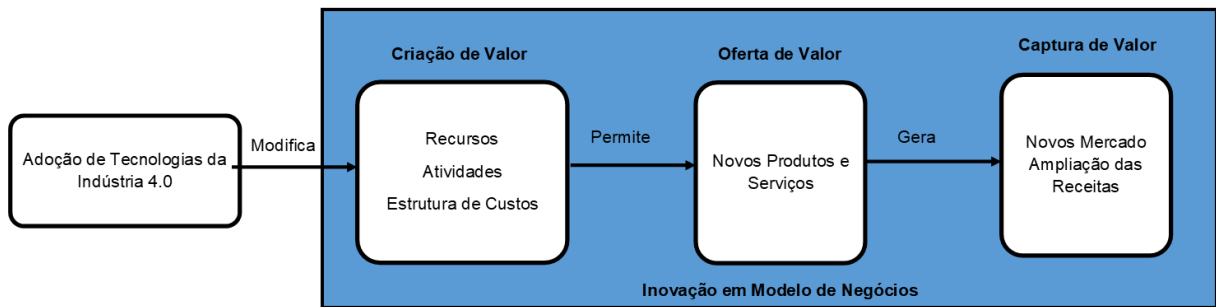
Quadro 4 - Elementos do MN Relacionados com as Dimensões de Valor

Elementos da Dimensão Valor	Autores					
	Chesbrought (2002)	Osterwalder e Pigneur (2011)	Amit e Zott, (2012)	Clauss (2017)	Kiel, Arnold e Voigt (2017)	Müller; Buliga e Voigt (2018)
Criação	Estrutura de cadeia de valor - <i>recursos e atividades da empresa e seus fornecedores</i>	<i>Recursos, atividades e parceiros-chaves e seus custos de obtenção e manutenção</i>	<i>Atividades novas, combinar atividades de novas maneiras ou alterar parte de uma atividade</i>	Capacidades, competências, conhecimentos da equipe, tecnologias, <i>parceiros e processos internos</i>	Desenvolvimento de tecnologia, <i>atividades e infraestrutura de produção, servitização, conhecimento e cultura organizacional</i>	Soma das <i>atividades realizadas pela empresa, pelos fornecedores e parceiros de negócio</i>
Oferta	Proposta de valor contemplando inovações e <i>vantagens</i> para os usuários identificados	Pacote de produtos e serviços que agregam <i>benefícios</i>	Novidades e complementaridades que geram <i>retenção de clientes</i>	Oferta de produtos e serviços, clientes, canais de distribuição, relacionamento com os clientes	<i>Produtos personalizados, oferta de customização em massa e lote único</i>	<i>Variedade de produtos e/ou serviços disponibilizados ao mercado</i>
Captura	Estrutura de <i>custos e receitas</i> potenciais conforme o posicionamento da empresa em relação aos concorrentes	Segmentos de clientes, canais de comunicação, distribuição e venda, tipos de relacionamento e as <i>fontes de receita</i> do negócio	Modelo de <i>Receitas</i> da empresa	Fontes de <i>Receitas</i> , Estrutura de <i>Custos</i>	Segmentos de clientes, intensificação do relacionamento com clientes, canais de venda e distribuição	Depende dos grupos de clientes, interação com os clientes e <i>métodos de pagamento</i> disponibilizados

Fonte: A Autora (2020)

Considerando as diferentes visões, no presente trabalho adota-se a definição de Osterwalder e Pigneur (2011) sobre os elementos que compõe a criação, oferta e captura de valor. A partir deste entendimento, foi estabelecido como pressuposto da pesquisa que a Inovação em Modelo de Negócios é resultado das modificações nos elementos do MN a partir das tecnologias de Indústria 4.0 utilizadas, conforme esquema apresentado na Figura 3.

Figura 3: Pressuposto de Pesquisa



Fonte: A Autora (2020)

Para caracterizar a inovação no modelo de negócios das PME's, o presente estudo buscou identificar como as mudanças nos recursos, atividades, parceiros chaves e sua estrutura de custos acarretam em inovação na *criação de valor*, bem como se ampliação de mercado, incremento da demanda, modificações nos canais de comunicação, distribuição e venda, alteração nas formas de relacionamento ou novas e/ou maiores fontes de receita geram inovação na *captura de valor*. Assim, propõe-se caracterizar as mudanças organizacionais geradas pela **IMN a partir do uso de tecnologias da Indústria 4.0**.

Considerando que inovação e eficiência são alternativas fundamentais para criação de valor (ZOTT; AMIT, 2007), compreender o impacto das melhorias no processo produtivo torna-se importante para estimular a adoção de tecnologias de ponta. Como uma das questões-chave para os gestores em relação a implantação de novas tecnologias é a relação custo e benefício da inovação (AMIT; ZOTT, 2012), compreender como a melhoria nas atividades e processos organizacionais pode levar a inovação no seu modelo de negócios, permitindo a criação de novos sistemas de geração de valor, é crucial no fomento da industrialização.

Em suma, os conceitos teóricos que embasam a construção dessa pesquisa estão resumidos no Quadro 5.

Quadro 5: Resumo dos Temas e Tópicos de Pesquisa

<b>Temas de Pesquisa</b>	<b>Tópicos da Pesquisa</b>	<b>Autores</b>
Indústria 4.0	Adoção de Tecnologias da I4.0	Schumacher; Erol; Sihm (2016); Schuh et al. (2017); Oztemel e Gursev (2018)
	Facilitadores e Barreiras para adoção de I4.0	Kagermann et al. (2013); Schneider (2017); Tortorella e Fettermann (2017); Bienhaus; Haddud (2018); Dalenogare (2018); Horváth e Szabó (2019); Lin; Wu; Song (2019); Lepore; Spigarelli (2020); Khayer et al (2020); Raj et al. (2020)
Inovação em Modelo de Negócios	Criação de Valor	Chesbrough (2002); Osterwalder e Pigneur (2011) Amit e Zott, (2012); Müller et al. (2018)
	Oferta de Valor	Claus (2017); Kiel et al. (2017)
	Captura de Valor	Teece (2010); Osterwalder e Pigneur (2011); Kiel et al. (2017); Müller et al. (2018)

Fonte: A Autora (2020)

Conclui-se então a apresentação dos conceitos que serão utilizados na pesquisa, bem como da revisão das barreiras e facilitadores para a adoção de tecnologias da I4.0. Na sequência, será apresentado o método utilizado para conduzir o estudo.



### **3 MÉTODO**

O presente estudo apresenta em seu problema de pesquisa o interesse em caracterizar como as tecnologias de Indústria 4.0 podem modificar o MN de PME's. Desta forma, a questão busca gerar um ponto de partida para um campo emergente de estudos. Assim, a pesquisa qualitativa atende os objetivos do estudo, que visam traçar um espectro mais sensato do campo e direcionar caminhos futuros (KELLE; ERZBERGER, 2004) considerando as especificidades locais, temporais e situacionais que podem interferir no objetivo de estudo, exigindo uma “sensibilidade para o estudo empírico das questões” (FLICK, 2009a). A seguir, detalha-se a proposta de pesquisa.

#### **3.1 Caracterização do Estudo**

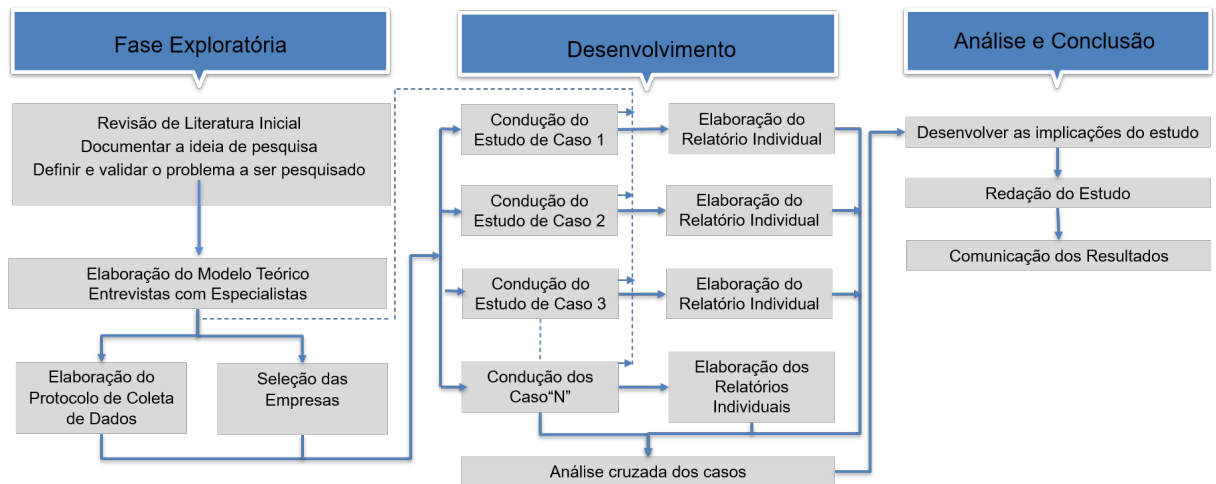
A construção social como ponto de partida da realidade em estudo e o interesse nas perspectivas dos participantes são os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa (FLICK, 2009) que visa não a generalização de conceitos, mas sim uma forma de reunir conhecimento sobre o mundo social (STRAUSS; CORBIN, 2008). A partir da compreensão da realidade e seus fenômenos, o presente estudo busca lançar novas perspectivas sobre a importância da inovação em modelo de negócios e caracterizar a inovação nos modelos de negócios de PME's a partir da Indústria 4.0.

Desta forma, foi realizado estudo de caso múltiplo para verificar como a adoção de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 influenciam a inovação em modelo de negócios de PME's. A proposta de realizar estudo de caso atende a indicação de Yin (2005), para quem os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”. O estudo, de natureza exploratória, buscou conhecer as perspectivas dos participantes acerca do tema e ampliar o campo de pesquisa. Destaca-se que o objetivo do estudo era analisar acontecimentos contemporâneos em seu contexto real, sem qualquer influência do pesquisador ou de controle sobre eventos comportamentais, caracterizando um estudo de caso (YIN, 2005).

Para delimitar o estudo e garantir o controle e padronização necessários para que os resultados obtidos pudessem ser generalizados dentro do contexto de estudo, o desenho de pesquisa foi estruturado de forma a definir as dimensões de comparação do Estudo de Caso (FLICK, 2009). O presente estudo seguiu a abordagem sugerida por Yin (2005) para condução

de estudos de caso múltiplos, em que cada caso constitui um estudo completo em busca de evidências e fatos convergentes com as conclusões para o caso. Assim, a pesquisa seguiu as etapas apresentadas no desenho de pesquisa que segue.

Figura 4: Desenho de Pesquisa



Fonte: A Autora (2020) baseado em Yin (2005)

Para todos os casos o modelo considerou a possibilidade de retorno à teoria, representado pela linha pontilhada, que ocorre em caso de uma descoberta importante, seguindo a sugestão de Yin (2005). Dessa forma, foram necessários ajustes ao projeto ou ao protocolo de entrevistas. Tal retorno é importante uma vez que foram utilizados de base estudos realizados em contextos muito diversos do contexto em que a presente pesquisa foi realizada (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), buscando garantir a confiabilidade dos dados coletados e a validade das descobertas do estudo.

### 3.2 Seleção dos Respondentes

Conforme apresentado na revisão de literatura, sabe-se que a adoção da Indústria 4.0 flexibiliza os sistemas de produção e que a aplicação da Indústria 4.0 em empresas já estabelecidas ocorre de maneira distinta das empresas nascentes, principalmente das baseadas em tecnologia que já surgem sob a ótica da utilização intensiva de conectividade (ARNOLD; KIEL; VOIGT, 2016). Nesse contexto, foram estudadas empresas que passaram por um processo de adoção de tecnologia, seja por projetos internos, seja por meio de consultoria,

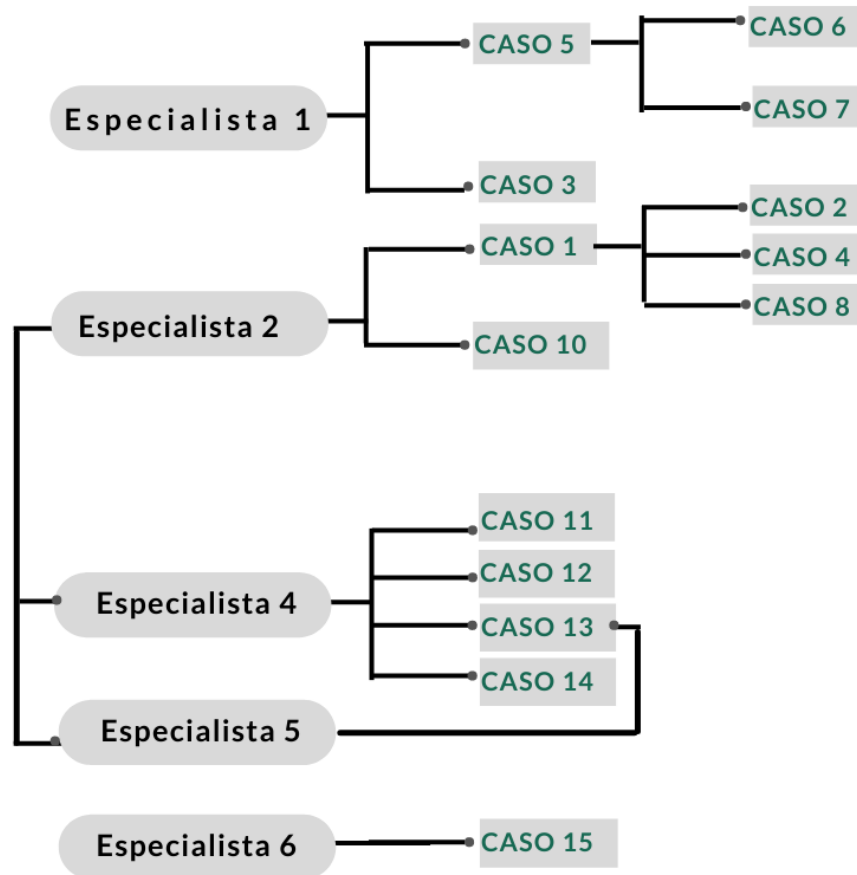
treinamento ou acompanhamento, para verificar as principais mudanças ocorridas em seus modelos de negócios.

Projetos como Rede RS Indústria 4.0 (2019) são iniciativas que realizam o diagnóstico de maturidade de Indústria 4.0 da empresa através da atuação com Universidades, Institutos Tecnológicos e empresas fornecedoras de tecnologias buscam alavancar a competitividade empresarial. Por fazer parte dessa iniciativa, a pesquisadora acessou uma rede de Especialistas no tema, tanto Profissionais quanto Acadêmicos, que indicaram PME's e que estão adotando tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, com foco em melhorias no processo produtivo, visando assim integração entre processos de diferentes áreas, agilidade na tomada de decisões que permitirão maior flexibilidade e adaptabilidade ao mercado. Dessa forma, a seleção dos respondentes ocorreu através da técnica de bola de neve, quando o pesquisador acessa os informantes por meio de informações de contato fornecidas por outros informantes (NOY, 2008), sendo considerada uma técnica eficaz para estudo de populações difíceis de alcançar (WATERS, 2015), como podem ser consideradas as empresas nesse caso, visto que não têm canal aberto para divulgação de suas inovações.

Os Especialistas 1 e 2 foram identificados a partir da Rede RS 4.0, sendo que o Especialista 1 atua na área de Inovação de um Instituto Tecnológico de Pesquisa, com forte papel gerencial, e o Especialista 2 é Professor e Pesquisador em uma Universidade Federal. Desta forma, garantindo as perspectivas profissionais e acadêmicas para o tema. O Especialista 3 é fundador de uma empresa de consultoria, com atuação nacional, além de ter participação societária em algumas empresas da área de tecnologia e soluções para a indústria. Os Especialistas 4 e 5 também são atuantes na Rede RS 4.0, e foram indicados pelo Especialista 2, sendo o primeiro Consultor e Executivo responsável por um projeto de empresas de automação situadas entre a Região Metropolitana e Serra Gaúcha, enquanto o segundo é Gestor de Projetos de uma Associação Empresarial. Por fim, o Especialista 6 foi indicado no SemeAd, evento acadêmico ocorrido em 2020, durante uma discussão de artigos quando a pesquisadora comentou sobre sua área de pesquisa. O Especialista 6 é Gerente em um Instituto de Inovação vinculado a uma empresa privada.

A relação entre os Especialistas e a indicação dos Casos analisados na pesquisa, demonstrando a ocorrência da bola de neve está na Figura 5.

Figura 5 - Relação de bola de neve das entrevistas



Fonte: A Autora (2021)

Salienta-se que o caso 13 foi indicado por dois Especialistas, demonstrando sua relevância para o estudo, mas pode, também, apontar a dificuldade de encontrar casos representativos, ainda, no recorte estabelecido para estudo. Como critérios para participação da pesquisa, as empresas deveriam ser classificadas como PME's, segundo o critério brasileiro, que contempla faturamento anual superior a R\$360.000,00 e inferior a R\$4.800.000,00 para empresas de pequeno porte, estabelecido pela LCP 123/2006 (BRASIL,2006). Já para as médias empresas o presente estudo considerou as empresas com faturamento superior a R\$4.800.000,00 e com, no máximo, 200 funcionários para efeitos de comparação, visto que esta faixa de faturamento é muito ampla.

Foram entrevistadas empresas privadas do segmento industrial, com ênfase nos setores de automação industrial. Os respondentes são pessoas atuantes na empresa em funções táticas e estratégicas, com envolvimento nas atividades estratégicas e de planejamento do processo produtivo, com conhecimento sobre o Modelo de Negócios e as estratégias de produção da empresa. Desta forma, participaram da entrevista Diretores, Gerentes e Coordenadores das

áreas Administrativas, Estratégia, Engenharia, Operações, Produção, Projetos e Tecnologia, para conseguir avaliar as dimensões tecnológicas e de estratégias organizacionais.

A partir de uma amostra de empresas participantes de projeto de desenvolvimento voltado para a adoção de tecnologias da Indústria 4.0, o presente estudo se propôs a analisar como as MPE's alteram seus os modelos de negócios baseados em tecnologias da Indústria 4.0. Assim, buscou-se demonstrar os principais possíveis ganhos das empresas a partir da implementação de tecnologias e como estas tecnologias podem auxiliar na competitividade empresarial, ao fomentarem mudanças que são reconhecidas pelo mercado como inovações. Desta forma, serve para fomentar a inovação no ambiente das micro e pequenas empresas.

### 3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em duas fases distintas, conforme demonstrado no Desenho de Pesquisa. A primeira fase consistiu em Entrevistas com Especialistas, incluindo profissionais de nível estratégico no desenvolvimento de projetos de implantação de Indústria 4.0 e Inovação em PME's, tais como Professores Universitários, representantes de Entidades de Classe e Grupos Empresariais com visão ampla sobre o tema. Desta forma, foram entrevistados seis Especialistas com o objetivo de conhecer as iniciativas de apoio e fomento a adoção de tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0 no Rio Grande do Sul e também identificar empresas que já iniciaram a jornada de transformação digital que pudessem fazer parte dos casos da presente pesquisa. As entrevistas com Especialistas seguiram um roteiro semiestruturado de perguntas, que está disponível no APÊNDICE A.

As entrevistas com especialistas foram realizadas entre junho e dezembro de 2020, contabilizando seis horas e vinte e oito minutos de entrevista. O perfil dos Especialistas entrevistados é apresentado na Tabela 1:

Tabela 1 - Perfil dos Especialistas

<b>Tipo de Fonte</b>	<b>Função</b>	<b>Setor de Atuação</b>
Especialista	Consultor	Entidade de Classe
Especialista	Gerente de Inovação	Instituto de Inovação
Especialista	Gerente de Inovação	Instituto Tecnológico de Pesquisa
Especialista	Professor e Pesquisador	Docência e Pesquisa
Especialista	Gerente de Projetos	Entidade de Classe
Especialista	Consultor	Consultoria e Pesquisa

Fonte: A Autora (2021)

A segunda fase constitui-se na coleta de dados junto aos representantes dos casos estudados, com PME's adotantes de tecnologias identificadas com Indústria 4.0, em que se busca conhecer quais as tecnologias que a empresa implementou, os fatores que motivaram a empresa a adotar tecnologias e os impactos percebidos pela empresa no seu modelo de atuação. As entrevistas foram realizadas a partir de um roteiro semiestruturado, que servem para obter relatos retrospectivos e em tempo real das pessoas que experimentam o fenômeno de interesse teórico na vida real (GIOIA; CORLEY; HAMILTON, 2013). O roteiro, disponível no APÊNDICE B, é baseado na pesquisa de Müller et al (2018) e buscou identificar se houve modificação no MN das empresas e em quais dimensões, seja na criação, oferta ou captura de valor.

Foram realizadas quinze entrevistas, com doze empresas diferentes, da Região Metropolitana de Porto Alegre e Serra Gaúcha. Essas entrevistas ocorreram no período de agosto a dezembro de 2021. Devido à pandemia e às limitações de contato impostas, todas as entrevistas foram realizadas virtualmente, através das ferramentas Zoom™ e Teams™, que permitem a realização de gravação de vídeo chamadas. As entrevistas dos casos tiveram a duração média de 1 hora e 5 minutos, totalizando 16 horas e 16 minutos de material para análise. Todas as entrevistas tiveram sua gravação previamente autorizadas para que pudessem ser transcritas a fim de permitir a posterior análise das informações, conforme procedimento apresentado na Análise de Dados. O recurso de entrevistas online foi utilizado a fim de coletar respostas de empresas de diferentes cidades como forma de caracterizar o segmento de PME's. As entrevistas foram conduzidas de maneira síncrona para que a pesquisadora entre em contato com o participante, aproximando-se assim de uma troca presencial, seguindo as orientações de Flick (2009). As gravações foram solicitadas e a autorização formalizada conforme modelo apresentado no Anexo A.

O perfil das empresas e dos entrevistados é apresentado na Tabela 2:

Tabela 2: Perfil dos Casos Entrevistados

<b>Empresa</b>	<b>Ano de Fundação</b>	<b>Tipo de Fonte</b>	<b>Nº de Funcionários</b>	<b>Sector de Atuação</b>	<b>Cidade</b>	<b>Porte da empresa</b>	<b>Função do Entrevistado</b>	<b>Grau de Instrução do Entrevistado</b>	<b>Área de Formação do Entrevistado</b>
Empresa 1	1999	Usuária/Fornecedora	18	Soluções de Engenharia e Automação Industrial	Novo Hamburgo	Médio	Diretor Executivo	Graduação Inc.	Ciências da Comp., Eng. Eletrônica, Adm.
Empresa 2	2018	Usuária/Fornecedora	4	Soluções de Engenharia e Automação Industrial	Novo Hamburgo	Pequeno	Desenvolvimento de Software	Mestrado - Cursando	Eng. de Controle e Automação
Empresa 2	2018	Usuária/Fornecedora	4	Soluções de Engenharia e Automação Industrial	Novo Hamburgo	Pequeno	Coordenador de Engenharia	Graduação Completa	Engenharia Mecânica
Empresa 3	2010	Usuária	17	Indústria da Borracha	Bento Gonçalves	Pequeno	Auxiliar de PCP	Graduação Inc.	Engenharia de Produção
Empresa 3	2010	Usuária	17	Indústria da Borracha	Bento Gonçalves	Pequeno	Coordenador Administrativo	Graduação Inc.	Engenharia de Produção
Empresa 3	2010	Usuária	17	Indústria da Borracha	Bento Gonçalves	Pequeno	Diretor Executivo	Pós-Graduação	Química Industrial e Gestão
Empresa 4	1992	Usuária	33	Manutenção Industrial	Cachoeirinha	Médio	Diretor Executivo	Mestrado	Engenharia de Produção
Empresa 5	2016	Usuária/Fornecedora	4	Integrador de Sistemas	Novo Hamburgo	Pequeno	Coordenador Projetos	Graduação Inc.	Engenharia Mecânica
Empresa 6	2002	Usuária/Fornecedora	6	Software	Porto Alegre	Pequeno	Diretor Executivo	Mestrado	Engenharia de Produção
Empresa 7	2013	Usuária/Fornecedora	20	Soluções de Engenharia e Automação Industrial	Campo Bom	Pequeno	CEO	Graduação Completa	Engenharia de Produção
Empresa 8	2015	Usuária/Fornecedora	5	Tecnologia da Informação	Canoas	Pequeno	CEO	Mestrado	Administração
Empresa 9	2015	Usuária/Fornecedora	18	Soluções de Engenharia e Automação Industrial	Novo Hamburgo	Pequeno	Head de Estratégia	Pós-Graduação	Administração
Empresa 10	2015	Usuária/Fornecedora	7	Manufatura Aditiva	Porto Alegre	Pequeno	Diretor Executivo	Graduação Completa	Eng. de Controle e Automação
Empresa 11	2016	Usuária	6	Indústria Metalúrgica	Alvorada	Pequeno	Dir. de Operações	Pós-Doutorado	Engenharia Mecânica
Empresa 12	1984	Usuária/Fornecedora	170	Indústria Eletroeletrônica	Canoas	Médio	Dir. Tecnologia e Operações	Mestrado	Engenharia da Qualidade

Fonte: A Autora (2021)

Visando conhecer o contexto estudado, relatórios setoriais e documentos de cada uma das empresas entrevistadas foram acessados, além de vídeos e webinars das Rede RS 4.0, Produttore Consultoria e ANPEI. Destaca-se, entretanto, que estes materiais não fizeram parte da análise de conteúdo. A triangulação dos dados fica contemplada a partir da coleta com diferentes perfis de entrevistados (FLICK, 2009b).

### 3.4 Análise de Dados

As entrevistas foram transcritas individualmente para formação do banco de dados da pesquisa. A análise dos dados ocorreu seguindo a método de Análise de Conteúdo de Bardin, visto que reúne um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que tem por objetivo a superação da incerteza e o enriquecimento da leitura e que uma leitura atenta pode aumentar a produtividade e pertinência da mensagem (BARDIN, 2016). A proposta de um estudo de casos múltiplos como o descrito neste projeto acarreta um grande conjunto de material a ser analisado, exigindo que tanto a coleta quanto análise dos dados tenham rigor na metodologia para garantir a confiabilidade dos achados. Como recurso de análise dos dados tipo texto, foi utilizado o software de dados qualitativos MaxQDA™.

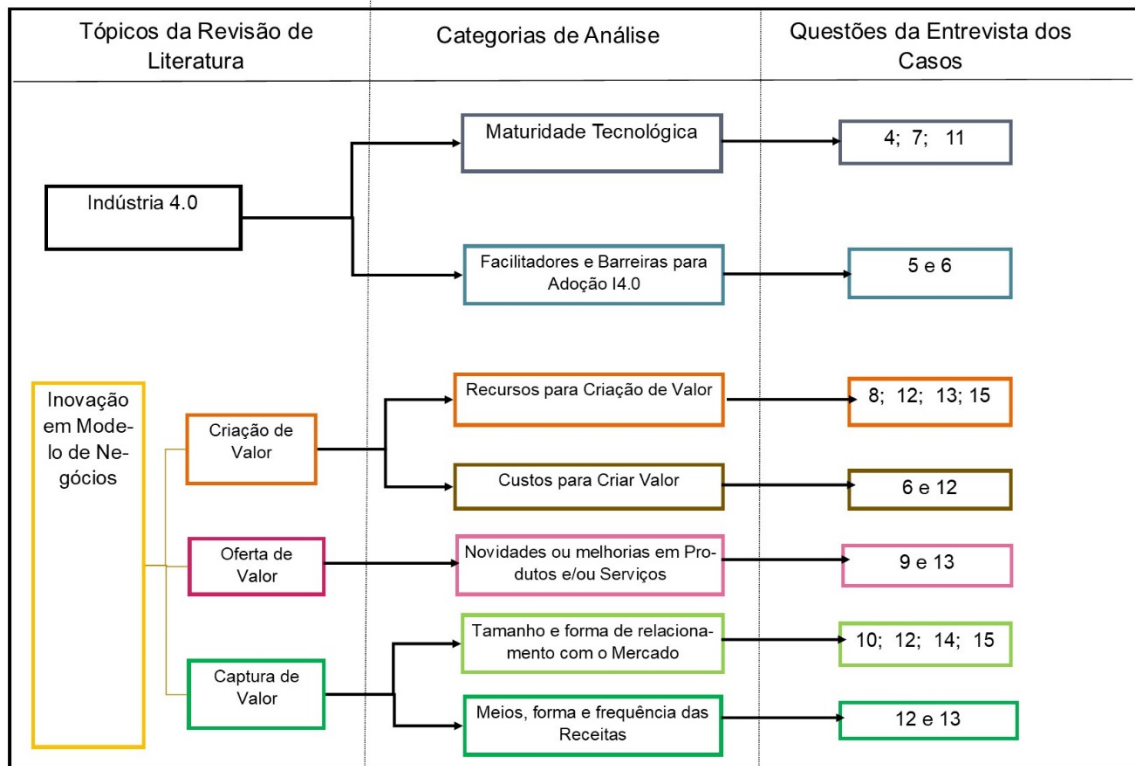
Buscando garantir a qualidade e confiabilidade do estudo, foi elaborado um Protocolo de Estudo de Caso (YIN, 2005), que contempla os objetivos do estudo de caso, os procedimentos a serem adotados na coleta, o roteiro de entrevista e o guia para elaboração do relatório a ser desenvolvido para cada estudo de caso. Dessa forma, cada caso teve seu relatório elaborado a partir da transcrição de cada entrevista, contemplando a pré-análise do material. Após, foram exploradas as codificações temáticas do material, seguindo o Protocolo de Estudo apresentado no APÊNDICE C. A codificação temática iniciou-se com uma codificação aberta, seguida pela codificação seletiva visando a geração de domínios temáticos e categorias para o caso, criando uma estrutura para a análise dos casos seguintes permitindo a comparação e análise de semelhanças e diferenças entre os grupos (FLICK, 2009).

Com isso, buscou-se estabelecer as relações entre as respostas e as categorias de análise estabelecidas *a priori* conforme o estudo da literatura e das pesquisas de base, bem como eventuais categorias identificadas *a posteriori* conforme a análise dos dados (BARDIN, 2016). A codificação temática permitiu que se fizesse a correlação entre as categorias de resposta com os tópicos da revisão de literatura, conforme demonstra-se na Figura 6. São essas análises que



permitiram verificar se, por exemplo, o contexto interfere na capacidade de inovação das empresas estudadas.

Figura 6: Estrutura de Codificação e Análise da Entrevista



Fonte: A Autora (2020)

Foram propostas sete categorias de análise, sendo que duas contemplam a definição de Indústria 4.0 e outras cinco categorias relacionadas a IMN. Destas, duas estão relacionadas à dimensão de criação de valor na IMN, uma relacionada à oferta de valor e outras duas relacionadas à captura de valor, permitindo uma análise de todos os elementos do MN e assim, verificar as relações de mudança e criação de valor.

## 4 RESULTADOS

As entrevistas realizadas e os materiais coletados, alinhados aos objetivos propostos pela pesquisa, permitiram a identificação do processo de adoção de tecnologias, influenciado pelas barreiras e motivadores que são descritos a seguir.

### 4.1 Barreiras enfrentadas pelas PME's para a Adoção de Tecnologias

Ao longo das entrevistas, diferentes pontos foram trazidos pelos participantes como barreiras que as PME's enfrentam ao iniciar sua jornada de digitalização, relacionadas com processos internos, infraestrutura tecnológica, nível de conhecimento e engajamento da equipe, capacidade de investimento e de formação de redes. Conforme trazido pelo Especialista 2: *“A grande barreira é a gente entender como as pequenas e médias, que são a grande maioria das nossas empresas, podem se beneficiar de alguma forma da Indústria 4.0”*, necessidade que já vem sendo trabalhada em pesquisas anteriores (BRINK, 2017; MÜLLER; DÄSCHLE, 2018), mas ainda não foi completamente explorada, visto que ainda há dúvidas sobre como abordar a adoção de tecnologias em PME's.

Com maior destaque entre as entrevistas, está a **Miopia dos Tomadores de Decisão**, que envolve as incertezas e medos do nível estratégico da organização para implementar a digitalização (BIENHAUS; HADDUD, 2018). Conforme o Especialista 1 *“tem empresa que não quer ouvir falar de 4.0, porque acha que é coisa da Alemanha.”*. A Miopia também envolve não perceber os benefícios que a adoção de tecnologia pode oferecer a empresa, ficando claro que alguns empresários *“sequer entenderam ainda o que essas novas tecnologias podem ajudar no negócio deles”*, declaração dada pelo Entrevistado 13. O mesmo Entrevistado, de uma empresa do setor eletroeletrônico, ainda avalia seus fornecedores: *“Eles estão muito preocupados em entregar o produto, mas a maioria dessas, principalmente as pequenas aí, são... dificuldade é total”* (Entrevistado 13). Essa perspectiva também é percebida por outros, conforme o trecho a seguir:

E muitas vezes, o empresário não se percebe da necessidade de fazer esse investimento em inovação, investimento em tecnologia, né?! Ele procura produzir-entregar, produzir-entregar... Reativamente, diante de um mercado que começa a exigir para ele um controle um pouquinho maior, ele começa daí sim, a buscar, chama alguém: *“Olha, eu preciso colocar aqui um monitoramento da minha máquina”*, só que não é uma coisa que partiu de boa parte dos empresários. E eu sei, eu tô no meio dos empresários, a gente sabe que muitos tem a cabeça muito fechada para isso aí. *‘Nã, nã, não, eu não vou me preocupar com isso, eu vou tocar aqui, minha fábrica tá bem assim agora...’* (Entrevistado 5)

Os empresários de pequenas e médias empresas não diferenciam o investimento em tecnologia de custos de operação, e com isso, deixam de fazer investimentos que podem trazer ganhos em produtividade e competitividade:

“Então, eu ainda acho que o maior problema está no empresário: na cabeça, na falta de conhecimento, na falta de buscar o conhecimento, na falta de arriscar, né? E o empresário, ele olha é muito pro custo, obviamente, não estou dizendo que isso não é importante, mas ele só olha para o custo e despesa, sabe? Ele tem ainda aquela visão de "ah, mas isso é despesa, ah isso é custo... vou ter que pagar..." (Entrevistado 12)

Ou ainda preferem fazer investimentos em recursos já conhecidos do que em novas possibilidades, sem uma análise da eficiência e eficácia dos recursos:

“(...) é um público que tem a visão assim ó: -Eu vou gastar R\$50.000 num projeto... - Tá, mas R\$50 mil eu compro uma prensa nova. -Ah, mas aquela prensa que eu já tenho ela trabalha com 30% de eficiência... -Não interessa, eu vou ter 2, eu vou ter 60, então tá tudo certo.” (Entrevistado 15)

Essas visões corroboram as barreiras já identificadas por Raj et al. (2020), que salientam a importância de compreender os benefícios econômicos, afinal nem todas as organizações compreenderam o impacto revolucionário da digitalização (BIENHAUS; HADDUD, 2018). Ainda, reforçam o papel da liderança, principalmente em relação ao seu conhecimento e capacidade de estimular a inovação (HORVÁTH; SZABÓ, 2019). Além disso, confirma o estudo de Dalenogare et al. (2018) de que empresas em países emergentes priorizam investir em tecnologias já estabelecidas. Por sua estrutura de pessoal enxuta, o Empresário na PME assume um papel de Líder, além de ser o principal decisor, portanto, sua aceitação e incentivo são fundamentais para que a empresa adote uma postura mais inovadora. Como tratado pelo Entrevistado 11: *“não é uma questão cultural, não, não! É uma questão dos Gestores! (...) a cultura é a cultura da Gestão!”*.

Assim, a Miopia surge como uma barreira relacionada a Estratégia e Cultura Organizacional, ou seja, um fator interno relacionado principalmente a características da liderança da empresa e as incertezas na implementação de uma estratégia digital. Por sua estrutura enxuta de pessoal, essa miopia da liderança tem impacto maior nas PME's do que nas grandes empresas, que possuem uma gestão compartilhada, com diferentes perfis profissionais por área, que se complementam na tomada de decisão.

A barreira igualmente identificada com grande importância nas entrevistas se refere ao **Alto Investimento para Implementação**, que decorre da capacidade limitada de investimentos para as PME's, impactada pelo custo da tecnologia no país, visto que *“normalmente os produtos são importados, então tu paga em Dólar e Euro. Então, um produto que custa US\$300 nos*

*Estados Unidos e que US\$300 é troco pro americano, para nós custa R\$3.000 a R\$4.000”* (Entrevistado 1), fazendo assim com que a “arrancada de investimento” seja mais complexa, afinal *“eu tenho que ter muito mais dinheiro no Brasil para arrancar nesse investimento”*, declaração dada pelo Entrevistado 4, e que alinha-se aos resultados obtidos por Dalenogare et al (2018) e Raj et al. (2020) sobre o alto custo dos investimentos como barreira a adoção de tecnologias de Indústria 4.0. Saliente-se que a visão dos Especialistas é de que ainda temos um Parque Industrial muito velho, o que demanda maiores custos de atualização: *“as nossas cadeias produtivas no Brasil tão muito sucateadas, é muito na raça”* (Especialista 1) e *“é muito caro, então a gente trabalha com a tecnologia muito velha no parque industrial”* (Especialista 6).

A barreira de investimento nas PME’s é reforçada pela falta de tecnologia nacional, que implica em custos adicionais de impostos de importação e também pela pouca diferença entre o custo para implementação em uma Pequena ou Grande empresa:

*“pra fazer uma implementação numa grande empresa, eu vou chutar um valor, custava R\$100.000. Fazer numa pequena empresa, R\$70.000,00. Mesmo assim, é uma diferença muito pequena pro tamanho dos desafios”* (Entrevistado 5)

Desta forma, as PME’s tem mais restrições na capacidade de implementar tecnologias, porque seus recursos financeiros são mais limitados e o custo das tecnologias ainda se torna proibitivo dentro do seu orçamento, já que os custos de importação de tecnologia implicam em maiores taxações com impostos, por exemplo. Nesse sentido, a produção de tecnologias nacionais poderia ser um paliativo, contudo, o Brasil ainda se posiciona como um importador de tecnologias.

Assim, a dificuldade de investimento é ampliada pela **Ausência de Fornecedores Nacionais para Tecnologias** de ponta, impactando não apenas em custos maiores para aquisição de tecnologia, mas também em falta de produtos adequados, que demandam adaptações e ajustes ao projeto. Essa barreira, não identificada em pesquisas anteriores, interfere no acesso a produtos de qualidade e no tempo de execução de projetos para PME’s:

*“(...) então a gente tem um pequeno atraso ainda no Brasil né, então lá em 2012 a gente achou um projeto inteiro de uma impressora *open source*, só que não tinha nem peça no Brasil, não tinha bico, não tinha nada assim... A gente praticamente teve que fabricar uma impressora com os recursos que a gente tinha no Brasil. (Entrevistado 10)*

*“Coisas que embarcam tecnologia... bah! Muito difícil comprar do Brasil. Tem algumas empresas interessantes, só que elas não se adaptam direito ainda ao mercado. Ou não é o nosso nicho, né. É difícil, sério, uma das atividades mais complexas que tem é tu achar um produto que tu consiga que se encaixe perfeitamente no teu projeto.”* (Entrevistado 1)

E gera dificuldades para que as empresas interessadas em iniciar sua jornada digital consigam encontrar os recursos necessários, em termos de produtos e fornecedores:

“(...) por exemplo hoje, eu peguei um projeto, o cliente entrou em contato com a gente, que eu também não faço, eu não tenho domínio sobre esse processo, e ele simplesmente me diz assim: “Cara, mas deixa eu conversar contigo porque eu não achei ninguém que faz!” Então tu imagina que o cliente tem um processo nos dias de hoje, que ele liga pra mim por algum motivo, aí eu não sei, eu já prestei serviço na empresa dele, eu falei para ele que não faço, não domino, e ele mesmo assim diz pra mim: “Não Cara, mas vem aqui, eu quero te explicar, vamos tentar achar um jeito, porque eu não achei ninguém que faz!” Eu acho isso meio absurdo né?! (Entrevistado 8)

Percebe-se, portanto, que ainda há espaço para que as empresas se tornem mais desenvolvidas caso consigam encontrar soluções locais para suas demandas. De forma complementar, as empresas de automação e controle que já iniciaram sua jornada digital podem ampliar seu *market share* ao produzirem localmente soluções relacionadas as tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0, mas por enquanto, as PME’s ainda enfrentam sérias dificuldades de encontrarem fornecedores que atendam de maneira adequada suas necessidades não apenas de produto, mas de orçamento.

Também destaca-se nas entrevistas a **Ineficiência dos Processos Internos**, visto que diferente das grandes empresas, as PME’s raramente possuem processos padronizados (MITTAL *et al.*, 2018), sendo esse ainda um grande desafio para as PME’s (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018).

“(...) não adianta eu automatizar uma desorganização, uma porcária, se eu vou ter uma porcária automatizada, então tem todo um caminho antes que a empresa precisa passar, né, e esse é o grande desafio de todas as empresas, hoje.” (Especialista 4)

Não se trata apenas de organizar procedimentos e atividades, mas de garantir que as empresas tenham controle do que fazem. Destaca-se nas entrevistas com os casos como falta de procedimentos definidos e monitoramento gera desperdício de tempo e recursos:

“Tem muita coisa, tem muita pra se otimizar, não só o capital humano, mas os próprios equipamentos, tem como tirar mais. Porque eles não conhecem os parâmetros, não sabem o OEE da máquina, não sabem o quanto está produzindo, não sabe o que é desperdiçado, normalmente as empresas não sabem de nada! (Entrevistado 1)

Assim, para iniciar a jornada digital as empresas precisam, antes, adequar sua estrutura interna em termos de organização produtiva e de gestão, para então implementar as tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0 mais adequadas à sua realidade.

“Eu tinha uma realidade de uma empresa que ela estava pouco organizada, né. Uma empresa que ela tinha muitos problemas de layout, de falta de organização..., problemas de..., problemas que são muito anteriores a querer fazer digitalização de processos, né. Eu tinha que fazer um grande trabalho de ferramenta de *lean manufacturing* dentro da minha empresa antes (Entrevistado 5)

Destaque-se que para o Especialista 3, não significa que a empresa que ainda não tenha maturidade de processos não possa buscar tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0, mas sim que, talvez a empresa que ainda não tenha processos desenhados não consiga utilizar de forma eficiente os recursos. Na visão do Especialista, é fundamental que a empresa tenha uma mentalidade informacional:

“Se a mentalidade é uma mentalidade já voltada para o Sec. XXI, embebida da história do séc. 21, que vai ser uma sociedade informacional, não uma sociedade industrial e agrícola, esse cara não precisa desenhar processo pra usar tecnologias da Indústria 4.0, porque ele já nasce nesse negócio, certo? (Especialista 3)

Portanto, a falta de uma estrutura de processos e atividades pré-definidos para as PME's de manufatura impacta na baixa produtividade e perda de eficiência, sendo um passo anterior à jornada de digitalização. Já para as PME's que já atuam com servitização, ter padronizações de processos pode otimizar as atividades rotineiras, liberando o Empreendedor e sua equipe para realização de atividades mais estratégicas, garantindo agilidade interna.

Esse ponto abre uma nova barreira identificada durante a pesquisa, **Falta de Conhecimento e Informação por parte da Liderança** da empresa. Nas PME's, o empresário é quem se torna responsável por definir a capacidade de inovação da empresa, mas muitas vezes, o empresário “*não sabe nem pra onde correr*”, conforme declarado pelo Especialista 1. Assim, o conhecimento não atinge a PME ao mesmo tempo que uma grande empresa.

“E aí, como que chega essa informação pro cara que está lá numa PME, sabe? Que às vezes é o próprio dono que tá tocando empresa, como que o cara se atualiza para esse conhecimento chegar até ele e saber que esses problemas que ele tem podem ser solucionados com uma tecnologia que já é barata?” (Especialista 2)

A Falta de Conhecimento e Informação por parte da Liderança faz com que as PME's não saibam onde buscar apoio para se desenvolverem de maneira mais rápida ou mesmo quais são as tecnologias que estão disponíveis. Além disso, encontram por vezes fornecedores ou tecnologias que não são os mais adequados aos seus processos, o que os leva a não saber como utilizar corretamente os recursos que já possuem.

“(…) pra tu ter uma ideia, tem cliente que a gente revende máquinas, a gente na verdade integra as máquinas dele, que eles já vem com a métrica OEE empregada dentro das máquinas. As máquinas já vem prontas com isso! Tu imagina que a máquina o cliente compra com isso, e pra te ser sincero, nenhum desses clientes no último ano, usam a métrica que vem com a máquina! Então tu imagina que tu tem uma tecnologia que tu já comprou, que tu investiu, e que tu não usa! E às vezes tu compra uma tecnologia de um terceiro para empregar na tua máquina, sendo que a tua máquina já tem a tecnologia! Então é falta de conhecimento de causa na verdade.” (Entrevistado 8)

Diferente da Miopia dos Tomadores de Decisão, a Falta de Conhecimento por parte da Liderança, que também é um elemento da Estratégia e Cultura Organizacional, significa que o

Empreendedor pode até ter interesse em buscar novas formas de gerir seu negócio, mas não sabe por onde nem como começar. E seu impacto está em, por vezes, buscar tecnologias que não são as mais adequadas ao seu negócio ou não saber como utilizar os recursos que já possui.

Percebe-se que o **Contexto** tem grande papel de influência, seja pelos aspectos econômicos impostos por países em desenvolvimento, em que faltam políticas para formação da Indústria 4.0 (BOGOVIZ *et al.*, 2019), mas principalmente sociais, envolvendo crenças e culturas locais, que não foram encontrados em estudos anteriores. Esse fator denota que não apenas aspectos internos à organização são barreiras na jornada de transformação digital.

“No Brasil a gente é..., não é tecnologicamente atrasado, é culturalmente atrasado né?! Então por exemplo, tem indústria que precisa automatizar a empresa, e pra tu automatizar a empresa tu precisa do dado né? Precisa do dado de temperatura, dado de pressão, dado de produção para poder automatizar... Daí o cara não quer porque tu vai ter os dados da empresa!” (Entrevistado 10)

“Não só do empresário tá? A questão cultural, ela..., é uma questão da sociedade, né. E o empresário é uma pessoa normal da sociedade, não é um... não tem super poderes! É uma pessoa que só se arriscou um pouquinho mais! Mas é uma questão da sociedade, a sociedade... A gente no Brasil foi muito criado para ser tarefeiro, né?! A gente não tem aquela... a gente no geral, né? A gente não tem aquela cultura de pensar, de as melhorias... buscar... que mesmo melhoria incrementais né Raquel, as melhorias do nosso dia-a-dia, não! “Me mandaram fazer isso, eu vou fazer isso da forma que mandaram por que senão eu vou ser punido, vou perder meu emprego... vou perder meu cliente...” “Só entrega isso, eu não quero que tu pense, eu quero que tu faça!” E isso aí gerou uma cultura de pessoas com foco na tarefa, né, na entrega da tarefa, não com foco na melhoria.” (Entrevistado 5)

Dentro dos aspectos de contexto social, surpreende as falas acerca de aspectos relacionados a cultura regional, referente a forma como os gaúchos reagem às inovações e a dificuldade de trabalhar de maneira integrada:

“(...) eu posso comparar mais até com SP porque é meu berço lá, sabe? Faz 13 anos que eu moro aqui, mas eu percebo que lá a abertura para essa mudança é mais fácil do que aqui. Aqui a gente a sente um pouco mais de receio, sabe? “Ah, eu tenho que provar que realmente isso funciona, e lá no Zé tá funcionando, então eu vou copiar do Zé...” Ah, então funcionou, então eu vou fazer. Então essa pré-disposição, de proatividade de fazer, aqui acho que demora um pouco mais.” (Entrevistado 3)

“(...) eu vejo que aqui no RS a gente tem um problema muito sério com relação a Governança, porque eu tenho muita dificuldade de ver, não só no nosso APL, mas em todos os clusters desse tipo, de ter a articulação funcionando de forma bacana. (Especialista 5)

Essa falta de integração também interfere na possibilidade da PME contar com uma rede de colaboração. Foi relatado que as PME's contam com menor **Capacidade de Networking**, que para Mittal *et al* (2018) representa o menor networking interdisciplinar, ou ainda, não conseguem tão facilmente se integrar em uma cadeia de valor (RAJ *et al.*, 2020). O Especialista 4 cita que, em uma proposta de integração de empresas em uma Aliança para Inovação:

“teve empresa que não se sentiu confortável, por quê? Porque há uma competição, eu sou obrigado a abrir a informação da minha máquina para ti de pegar a informação da minha máquina, e tem gente que não se sentiu confortável.” (Especialista 4)

Então preferiram desistir da participação a ter que se integrar ao grupo e abrir dados de projetos para uma atuação colaborativa. Essa perspectiva é reforçada em um dos casos, que traz que “(...)efetivamente, no dia-a-dia, a gente não está tendo esse contato direto com essas empresas de fora, para conseguir talvez até trazer, agregar mais coisas aqui para nós.” (Entrevistado 6).

Ainda em relação a rede de colaboração, confirmou-se também a barreira descrita por Mittal et al (2018) como Carência de Alianças com Universidades e Institutos de Pesquisa. Para o Especialista 6, temos “pouca gente no mercado que consegue de fato orientar essas pessoas né, poucas organizações”, existindo ainda uma lacuna muito grande no país para debater sobre tecnologia. Enquanto na percepção dos empresários, essas entidades não chegam nas PME’s:

“Não, não chega. Eu não sei se as pessoas não conhecem o Instituto<sup>2</sup> e os outros elementos, não conseguem chegar nessas pequenas empresas. Eu não sei... não sei quem é que não chega a quem, mas... Eu vejo muitos os consultores, tipo, a gente conhece pessoas espetaculares, que tem um rendimento elevadíssimo, mas eles têm muito mais contato com empresas médias e grandes. Não sei se não é de interesse deles atingir os pequenos, eu não entendo o modelo sabe? Eu só vejo que não há um match, não há um encontro, mas eu não sei quem é que... Ou as pessoas não têm... Quem é que não chega em quem, né? (Entrevistado 1)

Porém não basta que as Universidades sirvam de ponto de apoio. Também é apontado em muitas entrevistas a formação de uma Rede de Apoio em que outros atores se juntem para incentivar e orientar as PME’s:

“E depois, como ela acessa outras tecnologias, aí que eu estou discursando nesse modelo aí que eu acho que tem que ter esses atores intermediários fazendo essa ponte, seja Sebrae, seja as Câmaras de Indústria e Comércio das cidades não é, alguém tem que fazer isso aí.” (Especialista 6)

Assim, propõe-se uma ampliação da barreira para **Carência de Rede de Apoio para PME**, visto que esse segmento necessita não apenas do acesso ao conhecimento Acadêmico, mas de apoio para aproximação das cadeias produtivas, para inserir-se e redes de cooperação empresarial e à mecanismos de fomento e incentivo à inovação. Assim, a Rede de Apoio para a PME precisa contar também com Associações de Classe, Agentes de Fomento Empresarial e demais entidades que visam promover o empreendedorismo e avanço econômico-social.

Outra consequência da falta de atuação em rede está na necessidade de **Mudanças na Integração da Cadeia de Valor**, que Raj et al. (2020) apresentam como dificuldade de sobrepor os obstáculos existentes entre áreas da organização e entre as diferentes organizações

---

<sup>2</sup> Nome excluído para preservação das Identidades



na cadeia. O Entrevistado 3 traz que *“Não adianta eu ter um investimento aqui, sendo que a outra ponta da minha cadeia, que é o próprio cliente, não ter também, sabe?”*, visto que parte das tecnologias servem para permitir uma melhor comunicação entre fornecedor-cliente, por exemplo, só faz sentido se os diferentes elos da cadeia tiverem o mesmo nível de aceitação.

Isso demonstra a **Falta de aceitação e Desconhecimento do Mercado Consumidor**, nova barreira identificada durante a pesquisa, e que para os Especialistas, tem relação com a falta de preparo das empresas para apresentar suas novidades e inovações:

*“Primeiro, elas tem que quebrar barreiras para fazer o cliente entender o que é aquilo é importante, e daí vem uma das grandes discussões que a gente tem, da falta de preparo da empresa, muitas vezes, em mostrar algo novo para o cliente. Por incrível que pareça, as empresas elas fazem um produto muito bom, mas os clientes... elas não têm a percepção, falta a percepção de que isso vai dar um ganho para a empresa, isso é um grande problema, tá?”* (Especialista 4)

Por outro lado, a **Baixa Infraestrutura Tecnológica, Pessoal e de Processos** se refere ao atraso do parque industrial brasileiro e dificuldades relacionadas a acesso de uma infraestrutura de rede e telefonia necessários para implementação de equipamentos e maquinários identificados com o conceito de Indústria 4.0, confirmando os estudos de Raj et al. (2020), de que as PME's são as que mais sofrem com a falta de infraestrutura.

*“Tem indústria que se tu anda dentro da indústria, tu vê que ela está de 1.0 até 2,5, dentro da mesma indústria, né, tem coisa que é de 1800... se tu olhar o filme do Chaplin e o cara trabalhando é a mesma coisa, entendeu? Então isso assusta, porque a empresa não pode ficar desconexa, ela não pode ter um setor com a indústria 4.0 e outro setor com indústria 1.0, isso vai dar um abismo na empresa que só vai piorar a situação, mas ao mesmo tempo, ela precisa ter um caminho, ela precisa planejar isso.”* (Especialista 4)

Ademais, as PME's tem infraestrutura enxuta de pessoal, terceirizam atividades relacionadas ao provimento de infraestrutura tecnológica e com isso, tem menor conhecimento sobre processos e recursos necessários para iniciar a adoção de tecnologias modernas.

*“Então, o que acontece: numa grande empresa, a gente sabe que na hora de fazer a implementação de uma tecnologia não é simplesmente “ah, eu venho aqui, coloco um equipamento na minha fábrica, instala o sistema e a coisa começa a rodar”, não é assim que funciona, tem toda uma etapa de... de Infra, de cabeamento, infra de rede, de servidor, de liberação de portas de IP..., uma série de coisas que são..., que são básicas, que precisam funcionar né, pra ter essa integração funcionando adequadamente, mas só que não é o dia-a-dia de uma pequena empresa ficar fazendo essas... sabe? Às vezes a pequena empresa, que é o caso da minha, não tem uma pessoa que tenha essa capacitação, não tem um... uma grande empresa, tem o Gerente de TI, e daí embaixo tem 3, 4 Analista de TI, que em baixo tem mais uns 5, 6 estagiários que vão operacionalizar essas coisas. Fica fácil! Mas muitas vezes a pequena empresa, eu te diria a maioria das vezes, não tem essas pessoas, não tem esse... quem faz a TI da empresa é uma empresa especializada né?! Que dá suporte pra rede, que dá suporte para Suprimento na área de Informática, que dá suprimento pra área de Internet...”* (Entrevistado 5)

Portanto, são muitos os desafios em termos de infraestrutura percebidos pelas PME's, para iniciar a jornada digital. A capacidade de adoção de tecnologias é condicionada não só por fatores internos, mas também externos, quando se trata de disponibilidade e qualidade da rede, por exemplo.

O **Domínio Tecnológico** está relacionado com os desafios para garantir a qualidade dos dados gerados pelos sistemas integrados (HORVÁTH; SZABÓ, 2019; RAJ *et al.*, 2020), a falta de tecnologias avançadas (MITTAL *et al.*, 2018) e dificuldade de integração entre os sistemas e recursos tecnológicos (HORVÁTH; SZABÓ, 2019; MITTAL *et al.*, 2018), e é percebido tanto por empresários quanto por Especialistas com uma barreira que as PME's enfrentam.

“(...) e essa é uma grande dificuldade das Grandes. (...) Então, por exemplo, a Empresa X, ela tá com um trabalho bem grande mundialmente falando, e muito puxado aqui pela fábrica de Canoas de padronização dos dados de TI. Então não adianta ter todos os dados, se cada fábrica tem de um jeito, ou se cada país tem um sistema operacional. Então a padronização de dados para tu começar, pra depois fazer Big Data é muito importante.” (Especialista1)

“Às vezes o pequeno, ele quer muito, porque muitas vezes é autônomo lá na empresa, ele tem uma ansiedade de ter muitas informações, e ele não está preparado para isso né... eu disse "cara, faz o simples primeiro, o ótimo é inimigo do bom" né? Não..., vamos fazer isso aqui..., vamos fazer o simples primeiro! Coleta esse dado aqui... "Ah mas eu quero isso., eu quero custo..." ele quer uma... Então acho que nesse sentido, essa ansiedade né, que é tão normal no nosso mundo virtual né? Então vem muito aí, é... eu digo muito pro pessoal: "cara, tem que ser fácil! Se não for fácil..." por que o WhatsApp é tão popular? Porque você não precisa fazer..., cadastrar usuário e senha..., você bota o nome na agenda e a pessoa já aparece para você, então tem que ser nessa simplicidade. Só que às vezes o pessoal não quer né? O pessoal quer muito! Então eu vejo que hoje nos pequenos faltaria muito isso sabe?” (Entrevistado 14)

Também nos aspectos relacionados à infraestrutura e processos, confirmou-se a barreira relacionada a **Riscos de Violações de Segurança**. Conforme Müller *et al.* (2018), há grande preocupação por parte das PME's com a segurança das informações.

A **Cultura Organizacional** é outro elemento presente, visto que nas PME's a cultura organizacional acaba sendo “*a cultura da gestão*”, conforme o Entrevistado 11. Percebe-se que a falta de flexibilidade e a tomada de decisão baseada no que o Empreendedor percebe do mercado e nas suas crenças sobre o que deve ser feito afetam o desempenho e a busca por novidades, corroborando a visão de Mittal *et al.* (2018).

“E a gente identificou que esse público, muitas vezes o maior problema não era nem o acesso ao capital, o maior problema é que eles tinham era um problema cultural, eu diria né. Era um problema talvez de falta de visão sobre o que aquilo podia agregar pra indústria dele.” (Entrevista 15)

Em relação a aspectos da equipe, foi confirmada a barreira de **Competência e Engajamento da Equipe**, que envolve aspectos relacionados a competência e capacidade da equipe (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019), falta de habilidades

digitais para aproveitar o potencial das tecnologias (RAJ *et al.*, 2020), baixo conhecimento específico na sua área de atuação e engajamento da equipe (MITTAL *et al.*, 2018). Porém, **Capacitação, Treinamento e Desenvolvimento da Equipe** requerem investimentos financeiros, tempo e recursos que nem sempre estão disponíveis para as PME's (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019). Algumas empresas implementam as tecnologias e só então buscam capacitar a equipe para sua utilização:

“Cara, isso aqui... nós gastamos uma grana, que não está funcionando, porque nós não ensinamos as pessoas a utilizarem, eles não fizeram um círculo todo o processo, aí o que que aconteceu, me chamaram aí eu tô na empresa e eu estou lá dando treinamento pro pessoal de produção para ver como é que funciona.” (Especialista 4)

Conforme já identificado por Horváth e Szabó (2019), o retorno do investimento é uma grande preocupação para PME's, que conforme já salientado, possuem recursos limitados para investimento: “*elas têm medo de gastar um dinheiro que depois não vai dar retorno*” (Entrevista\_ Especialista 4). Assim, o **Baixo Retorno do Investimento**, relacionado ao prazo de retorno, é uma barreira salientada:

“a perspectiva de *payback*, que é o que realmente importa: se eu vou gastar 1 milhão, e esse 1 milhão retorna em 1 ano, ou se eu vou gastar 100 mil, e o 100 mil um retorna em 1 ano, ou retorna daqui um mês, é *payback* que importa nessa conta. E o nosso *payback* tá horrível!” (Entrevistado 4).

Uma nova barreira relacionada a viabilidade financeira do investimento tecnológico é a **Disponibilidade e Acesso à Fontes de Financiamento**. As PME's necessitam de apoio para iniciar a jornada digital, através de financiamento e crédito para inovação. Contudo, as condições existentes no Brasil atualmente não são favoráveis para empresas de pequeno e médio porte, com limitação de crédito:

“Dificuldade de conseguir Capex, tá, e financiamento. Esse é o grande problema, se tu tivesse em qualquer lugar, nos Estados Unidos mesmo, não precisa nem ser na Alemanha, Estados Unidos não é tão bom pra manufatura quanto a Alemanha... Mas vou te dar um exemplo: uma injetora, simples, tô falando do equipamento, não tô nem falando Melhoria. Ela custa 1 milhão de reais, esse tipo de injetora que a gente tem. Se tu for comparar com a Alemanha, a garantia é a própria máquina. Então tu compra como se fosse um leasing, e aí tu vai pagando ao ponto que tu vai produzindo, então é tudo feito pra aumentar a produtividade. Aqui não, aqui eu tenho que ter bens pessoais, tenho que ter garantias pessoais, e vou pagar de 1,3 a 1,5 de garantia pra financiar. Então o maior problema, é o crédito. Disparado é o crédito. Porque qualquer tipo de adoção precisa um tipo de investimento, pequeno, médio, grande, enfim. Mesmo para pequenas empresas, mesmo para grandes empresas. Então, a Pequena Empresa normalmente, ela não tem garantias, e o fluxo de caixa dela é pequeno, então... E esse é um problema no Brasil, não é um problema de pequenas empresas na Alemanha. Então não é uma questão de pequena empresa ou grande empresa, a questão é do crédito, e como o crédito é concedido pra essas tecnologias, tá.” (Entrevistado 11)

Assim, o processo burocrático existente para concessão de crédito é um limitador, além disso, nos Editais de Subvenção muitas vezes as Pequenas Empresas concorrem com empresas de Grande Porte na busca por recursos para projetos de inovação:

“(...) aí tu tem contratar alguém para fazer um projeto pra ti, porque tem um monte de macetes, que se tu escreve “de bom grado só”, não passa... Então essa burocracia dos editais é muito complicado, né? As empresas grandes têm um cara lá, ou vai lá e contrato o cara, paga R\$5.000,00, pede R\$500.000, R\$1.000.000,00 para fazer um projeto... e ganha!” (Entrevistado 4)

Na perspectiva organizacional, a **Falta de Planejamento e Estratégia Digital** decorre da ausência de metas, de planejamento consciente com definição de etapas e recursos necessários para iniciar a jornada digital (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019; MITTAL *et al.*, 2018; RAJ *et al.*, 2020), que ocorre por que, conforme o Entrevistado 9 “*tem dificuldades para se planejar... porque a rotina acaba sempre atropelando*”. Ainda, essa falta de planejamento faz com o que os recursos não sejam utilizados da maneira mais adequada, e não trazem os resultados esperados. Assim, sem entender o motivo dos erros, a PME acaba desistindo do processo por não enxergar o valor na tecnologia.

Outro barreira que foi apontada nas entrevistas como específica das PME's é a **Dependência do Dono**, referente não apenas à importância do Empresário para definição de estratégias, mas ao tempo que acaba dedicando para assuntos operacionais, que o desviam de seu papel de pensador e articulador:

“A primeira coisa que me vem à cabeça é a questão de que, geralmente numa PME, na Micro nem se fala, mas na Pequena Empresa, é a dependência do dono da empresa. O dono da empresa é o empregado dele mesmo, né. Ele deveria ser o CEO da empresa, mas acaba que é ele que tem que ir lá no banco pagar o boleto das contas dele, é ele que tem que cuidar do RH dele, é ele que faz um pouco de cada coisa dentro da empresa, e ele não consegue ter fôlego pra cuidar do P&D dele. Então a primeira coisa que me vem à cabeça é conseguir dedicar energia, não só dele, mas da empresa de um modo geral, para a pesquisa e desenvolvimento. (Especialista 5)

Essa percepção é confirmada por empresários, que admitem: “*A minha empresa aqui, ela tem 2 níveis: todo mundo trabalhando e eu segurando o pepino todo de todo mundo!*” (Entrevistado 4).

Ainda na perspectiva de estratégia e cultura organizacional, aparecem como novas barreiras o **Conflito de Gerações**, principalmente em empresas familiares, em que a nova geração quer adotar novas tecnologias mas ainda são barrados pelos fundadores que não percebem a importância das mudanças tecnológicas, e a própria **Gestão Familiar**, que não prioriza a profissionalização do negócio.

“A gente tava em contato com uma loja aqui do Vale do Paranhana, uma redezinha pequena de loja... é uma rede familiar né, são pequenos, e aí a guria ela fez um curso

na Unisinos de Gestão de Inovação..., daí ela teve... foi para os Estados Unidos, foi para Europa, viajou o mundo aí... viu um monte de coisas e ela veio com sangue nos olhos né? "Bah, porque nós vamos mudar! Vamos fazer isso... vamos fazer aquilo...!" Eu disse: ah, beleza! Vamos juntos né?! Mas aí veio o pai e a mãe...! E aí travou tudo né?! (Entrevistado 12)

Chama a atenção que uma nova barreira trazida pelos exclusivamente empresários é o próprio **Porte da Empresa**. Para eles, as PME's são um público ainda desassistido enquanto usuários de inovação e digitalização, e não está preparado para acessar e utilizar as informações. Por outro lado, para as PME's que são fornecedoras de tecnologias habilitadoras, o porte se torna um dificultador em termos de competição de mercado:

“Então, esse é o nosso maior desafio assim, é a gente conseguir mostrar essa potencialidade de uma empresa pequena em estar competindo com empresas grandes, e aí não é só da *Alpha*<sup>3</sup>, a gente vê por exemplo a *Betha*<sup>4</sup> que fábrica hardware, o nosso hardware, que é uma empresa pequena, uma empresa 100% brasileira, e aí se tu me perguntar assim: quem são os concorrentes de vocês? É a Motorola, Impinge, Zebra..., aí a gente tá falando de gigantes mundiais que concorrem com a gente.” (Entrevistado 12).

Se enquanto segmento as PME's representam o maior recorte em termos de números de negócios, individualmente ainda apresentam pouco poder de negociação junto a clientes fornecedores. Além disso, fornecedores de tecnologia tendem a considerar o grupo como de difícil negociação, por conta da necessidade de customização e esforço de venda necessário em comparação ao potencial retorno do negócio. Assim, o fato de ser uma empresa de pequeno porte se torna um limitador tanto para oferecer quanto para buscar tecnologias para o seu negócio.

As mudanças no modelo de trabalho permitidas pela Indústria 4.0, conforme já constatado por Raj et al. (2020) podem acentuar a lacuna entre ricos e pobres. A **Desigualdade** é uma barreira a ser considerada não só por empresas, mas por países, visto que a tecnologia pode desempregar pessoas e os novos postos de trabalho não necessariamente serão assumidos por essas pessoas, que “*nem sempre estão dispostas a se reciclar e aprender*” (Entrevistado 4). Então há um desafio social de considerar como lidar com o impacto da transformação nos empregos, pois “*é como qualquer transformação, vai ter gente que não vai se adaptar e vai ter gente que vai ter que se adaptar, isso é horrível dizer, mas é a realidade.*” (Entrevistado 11).

A última barreira identificada na pesquisa é **Ausência de Incentivo Governamental à Modernização Industrial**, trazida por um Especialista. Para ele, a falta de uma política direcionadora para modernização do parque industrial:

---

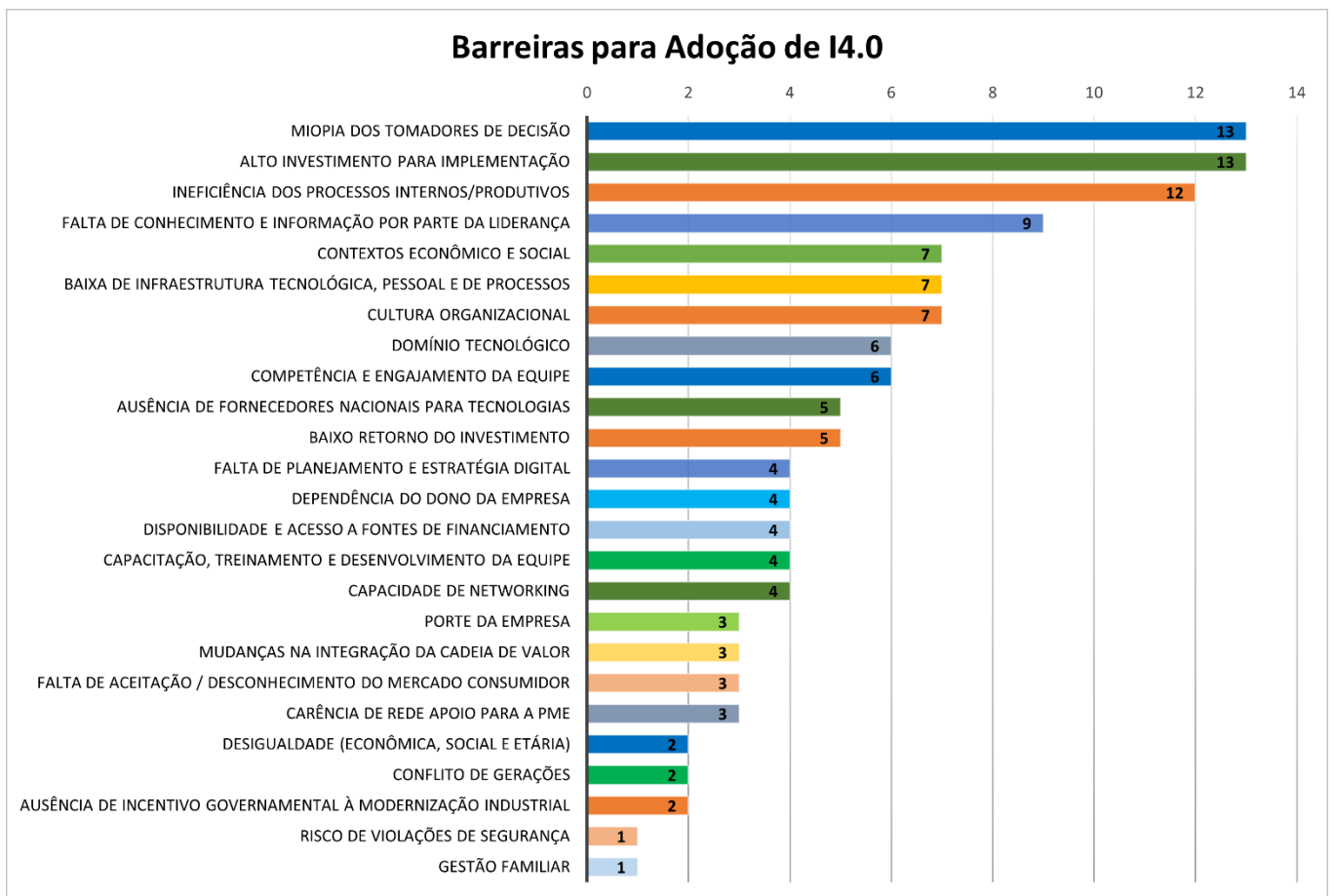
<sup>3</sup> Nome da empresa alterado para preservação da identidade dos casos

<sup>4</sup> Idem anterior

“é extremamente nocivo para o país (...) enquanto esses países têm políticas para ajudar na automatização, na colocação de robôs, mais modernos para as empresas, para o empresário brasileiro é cada um por si né, você se vira para esse... Então, eu acho que uma política pública que ajudasse seria extremamente importante.” (Especialista 6).

Diferentemente de pesquisas anteriores, não foram confirmadas barreiras relacionadas a relação com fornecedores (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019; MITTAL *et al.*, 2018) nem a extinção ou redução de postos de trabalhos e atividades (BIENHAUS; HADDUD, 2018; RAJ *et al.*, 2020). Na Figura 7 apresenta-se a frequência com que as barreiras foram citadas nos casos, para dimensionamento da importância de cada barreira conforme a percepção dos entrevistados.

Figura 7: Barreiras para Adoção de Tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: A Autora (2021)

Para facilitar a compreensão, as barreiras identificadas durante os casos foram reagrupadas permitindo identificar a área de impacto. Dessa forma, dezesseis barreiras já listadas na literatura foram confirmadas, e nove novas barreiras foram identificadas, estando

essas diretamente relacionadas ao contexto de PME's em país de desenvolvimento, conforme apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3: Barreiras à Adoção de Tecnologias por PME's

<b>Grupo</b>	<b>Barreiras Identificadas na Pesquisa</b>	<b>Detalhamento da Barreira</b>
Infraestrutura e Processos Internos	Domínio tecnológico	Desafios para garantir a qualidade dos dados gerados pelos sistemas integrados, falta de tecnologias avançadas e dificuldade de integração entre os sistemas e recursos tecnológicos.
	Risco de violações de segurança	Preocupação com a segurança das informações internas e com a preservação de dados dos clientes
	Ineficiência dos processos internos/produtivos	Falta de padronização, regulamentação e certificação
	Porte da Empresa	Nova Barreira - Dificuldade de competir ou acessar produtos e fornecedores por conta do baixo poder de barganha e pouca expressividade em termos de volume de negócios
	Baixa de Infraestrutura Tecnológica, Pessoal e de Processos	Adequação da infraestrutura organizacional para a transformação digital
Capacitação e Engajamento	Competência e engajamento da equipe	Competência e capacidades já possuídos pela equipe, relacionados aos conhecimentos específicos na sua área de atuação e habilidades digitais, bem como engajamento da equipe com o negócio
	Capacitação, treinamento e desenvolvimento da equipe	Disponibilidade de recursos e treinamentos aos funcionários demandam longo tempo de treinamento da equipe bem como investimento para capacitação
Estratégia e Cultura Organizacional	Falta de Conhecimento e Informação por parte da Liderança	Nova Barreira - Desconhecimento por parte do Empresário (e Lideranças) sobre como adotar tecnologias e melhorias em seu negócio, nem como buscar o apoio necessário.
	Dependência do Dono	Nova Barreira - Necessidade do Dono da empresa em se envolver em atividades rotineiras, desviando-se do papel de articulador e estrategista
	Cultura organizacional	Falta de flexibilidade e tomada de decisão baseada no que o Empreendedor percebe do mercado e nas suas crenças, falta de apoio da Liderança à liberdade criativa necessária à inovação e criação, resistência à mudança.
	Falta de planejamento e estratégia digital	Falta de planejamento consciente com definição de metas, etapas e recursos necessários, bem como ausência de estratégia digital ao lado da escassez de recursos
	Conflito de gerações	Nova Barreira - Falta de alinhamento entre as Gestão Fundadora e a nova geração de Gestores do negócio
	Gestão Familiar	Nova Barreira - Relações familiares se sobrepondo a profissionalização do negócio
	Miopia dos tomadores de decisão	Incertezas e medos do nível estratégico da organização para implementar a digitalização, falta de clareza sobre os benefícios econômicos, resistência da liderança
Rede de Colaboração	Ausência de fornecedores nacionais para tecnologias	Nova Barreira - Baixa produção tecnológica do país gera dificuldades para as PME's encontrarem fornecedores que atendam suas necessidades de produto e orçamento
	Capacidade de Networking	Menor networking interdisciplinar e estratégia de colaboração

*Continuação*

	Mudanças na integração da cadeia de valor	Dificuldade em integrar as tecnologias que permitam comunicação entre fornecedor-cliente por falta de aceitação do mercado
	Carência de Rede de Apoio para PME	Carência de aliança com Universidades, Institutos de Pesquisa, Associações de Classe, Agentes de Fomento Empresarial e demais entidades que visam promover o empreendedorismo e avanço econômico-social
Viabilidade Financeira	Alto investimento para implementação	Capacidade limitada de investimentos para as PME's, impactada pelo custo da tecnologia no país
	Baixo retorno do investimento	Alto prazo de retorno do investimento e menor investimento em P&D
	Disponibilidade e Acesso a fontes de financiamento	Nova barreira - Financiamento e crédito para inovação e adoção tecnológica
Ambiente Externo	Desigualdade (econômica, social e etária)	Desafio social de considerar como lidar com o impacto da transformação nos empregos
	Falta de aceitação / desconhecimento do mercado consumidor	Nova Barreira - Resistência dos clientes e falta de preparo das empresas para apresentarem suas inovações
	Ausência de Incentivo Governamental à Modernização Industrial	Nova Barreira - Falta de uma política direcionadora para modernização do parque industrial
	Contextos Econômico e Social	Nova Barreira - Aspectos econômicos, impostos por países em desenvolvimento e sociais, envolvendo crenças e culturas locais.

Fonte: A Autora (2021)

Desta forma, percebe-se que existem, além das barreiras já relatadas para empresas de todos os portes, dificultadores que são específicos das pequenas e médias empresas, bem como as particularidades impostas pelo contexto de um país em desenvolvimento, que não tem forte tradição industrial e que não possui políticas de incentivo a modernização tecnológica.

#### 4.2 Facilitadores e Incentivadores para a Adoção de Tecnologias

A implementação de tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0 depende de incentivo ou motivações, que encorajam as empresas a iniciar sua jornada digital (HORVÁTH; SZABÓ, 2019). Confirma-se que os benefícios para as PME's ainda não estão claros, gerando dúvidas sobre a implementação nesse segmento (LIAO *et al.*, 2017). Ademais, muitas PME's ainda tem baixo volume de entregas, portanto, conforme o Especialista 2, talvez ela “ainda não precise ser tão rápida assim”. Por outro lado, a Indústria 4.0 se mostra uma oportunidade de mercado para as PME's:

“O que mais a gente encontra é uma empresa que ofereça Indústria 4.0 mas ela não tem Indústria 4.0 dentro dela. Então ela vende produtos que permite outros fazerem Indústria 4.0, mas não quer dizer que ela dentro da sua linha de produção ela tem 4.0, longe disso.” (Especialista 2)



Assim, grande parte das empresas entrevistadas adotam tecnologias para serem fornecedores para outras empresas, e não necessariamente no seu processo produtivo. Também se percebe que o próprio segmento de atuação é um grande influenciador, visto que 5 das 12 empresas entrevistadas atuam em Eletroeletrônica ou Automação Industrial, confirmando a perspectiva de Lin et al. (2019) acerca das **Características da Indústria**. Eles apontam que aquelas empresas que possuem maior nível de mecanização e automação têm mais facilidade em adotar tecnologias como IIoT e *Smart Products*, por exemplo. Inclusive o Entrevistado 10 destaca aspecto sobre o processo de adoção: *“Na verdade, a gente não teve nenhuma dificuldade, o fato de ser pequeno e ser uma empresa desenvolvedora de tecnologia... Tipo, é o dia-a-dia, né.”*

Dessa forma, a modernização industrial em PME's tende a ocorrer por setores ou segmentos de atuação, visto que tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0 são mais fáceis de aplicar em empresas com maior nível de mecanização (LIN, B.; WU; SONG, 2019), sugerindo que aqueles com menor automação devem permanecer com atraso e com processos fortemente manufaturados por não estarem próximos daqueles que estão buscando a evolução. Além disso, dados apontam para uma maior facilidade de adoção por parte das empresas com menor tempo de mercado, visto que somente 3 das 12 empresas possuem mais de 20 anos de atuação.

Os fatores mais mencionados dentre os casos como incentivadores são **Expectativa por Maior Controle do Desempenho da Empresa e Aumento da Produtividade e Competitividade**. As PME's buscam ter dados em tempo real que permitam tomar decisões mais assertivas:

“Ter os ativos conectados, tu vai ter informação em tempo real, isso aí vai te possibilitar tu ter conhecimento do que tu faz, daquilo que tu tem, e em cima disso tu tem um processo inteligente, ou mais inteligente do que tu já tem” (Entrevistado 12)

Com isso, o Empresário sente-se mais seguro sobre o que de fato acontece na sua empresa:

“O controle da empresa, é muito mais fácil é muito melhor, tá na mão dele, sabe? Ele sabe tudo o que tá acontecendo, ele tem a segurança que as coisas estão sendo executadas de uma maneira correta.” (Entrevistado 3)

A tomada de decisão passa então a se dar através das informações geradas pelos equipamentos em tempo real, garantindo além de maior controle, maior conhecimento sobre o que de fato ocorre dentro da organização, confirmando a visão de Horváth e Szabó (2019). Os empresários de PME's podem assim, se desvincular de seu papel operacional e se dedicar a decisões mais estratégicas, diminuindo a dependência do Dono nas atividades da empresa.

Já em relação ao **Aumento da Produtividade e Competitividade**, relacionados aos níveis crescentes de concorrência, que tornam urgentes para as empresas aumentarem sua capacidade de inovação e garantirem maior agilidade na entrega (HORVÁTH; SZABÓ, 2019; LASI *et al.*, 2014), se faz necessário que as PME's consigam utilizar os recursos tecnológicos de forma mais eficiente, corroborando as visões de Dalenogare (2018) e Tortorella e Fettermann (2017):

“Olha tem uma coisa que é até pessoal, eu falei pra eles (risos), é uma coisa que assim, em torno assim mais de 50% do meu tempo era destinado a atender o cliente, a dar um feedback pro cliente de coisas, que o cliente poderia estar vendo via app, via internet, ele mesmo poderia ver, então foi assim, “Olha, existe uma demanda que seria muito legal a gente começa com isso aí”. Então a gente iniciou com isso: criamos um... trouxe algumas empresas pra fazer um... mostrar algumas coisas que poderia ser feito, mostra algumas ferramentas, tal... mapeamento de estoques, rastreabilidade dos equipamentos quando fossem... assim, surgiu “N” possibilidades de fazer né? Chips incorporados no sistema... bom, um monte de coisa! Mas nós iniciamos com app, que era assim, a pessoa, o cliente ligava muitas vezes pra mim: “Ah, chegou meu motor? Chegou meu drive?” bom, vamos ver: “chegou, já tá aqui, tá no laboratório, tal e tal...” Aí o cliente ligava, “Meu! Não recebi o orçamento, vocês já passaram o orçamento?!” Aí pô... (risos) são aquelas coisas assim: “O motor já saiu?”, “O equipamento já saiu? Que transportadora que foi? Você tem o número da nota?” Eu falei então, claro que a gente sempre responde isso com tranquilidade assim pro cliente, numa boa, que fazia parte do nosso negócio e pra ele era importante, eu entendo o lado deles. Mas porque não ter isso eletronicamente na palma da mão do cara? O cara pode ver oh... é, então a gente crio esse app, esse app foi bem aceito assim” (Entrevistado 3)

E com esse uso eficiente dos recursos, conseguem entregar soluções mais completas para o mercado, tornando-se assim, mais competitiva:

“(...) a empresa que trabalha com indústria 4.0, ela se dá conta de que ela entrega o pacote, melhor ela se posiciona no mercado, mesmo que o pacote não seja ela que dê completo, e daí vem aquela questão da competição, a Raquel faz um produto, o Ciro faz o serviço, o fulano instala, mas nós estamos dando a solução para o cara” (Especialista 4)

Assim, as PME's são incentivadas a adotar tecnologias para que as atividades operacionais tenham maior nível de entrega, com a qualidade e agilidade requerida pelo mercado. Além disso, percebem que o uso de tecnologias pode oferecer maior monitoramento dos equipamentos, diminuindo o índice de paradas inesperadas, o que implica em aumentar a capacidade produtiva com o mesmo maquinário já instalado.

Outro fator que aparece como importante incentivador é a **Maior eficiência Produtiva**, quando atividades operacionais são automatizadas reduzindo os índices de falhas e erros, o que por consequência leva ao aumento do nível de qualidade (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019). As PME's demonstram-se interessadas nos recursos que lhes garantam otimização, visto que “o controle não pode levar mais tempo do que a execução, essa é a nossa premissa né.” (Entrevistado 14).

E esse também se torna um argumento de venda para as empresas que são fornecedoras de soluções de Indústria 4.0:

“A galera não quer que as máquinas parem, então a gente também consegue abrir bastante portas dizendo que nós conseguimos monitorar máquinas e talvez, fazer com que elas não párem quando eles... de forma indesejada, né? Isso também abre bastante portas... e é isso eu acho, é porque o que mais a galera aqui é conseguir produzir mais com menos custos né?” (Entrevistado 2)

Na visão de um dos Especialistas, somente com maior eficiência produtiva as empresas poderão se tornar mais competitivas no cenário complexo e globalizado que vivemos:

“Ou tu automatiza e ganha escala e aumenta a produtividade, e isso não só pelas tecnologias 4.0, mas todas as disponíveis... fazer mais do mesmo e competir com a China que já está vendendo máscara de botar no avião em rodo a preço de banana... não dá né gente? Tem que melhorar!” (Especialista 1)

Dessa forma, percebe-se que as PME's poderão se tornar mais competitivas aumentando sua eficiência através de maior controle de seus processos e resultados, sugerindo que esses fatores incentivadores estão relacionados entre si. Assim, “novas tecnologias digitais permitem que as empresas melhorem sua vantagem comparativa e criem uma vantagem decisiva sobre seus concorrentes”, corroborando o já estabelecido por Horváth e Szabó (2019).

Um novo incentivador alinhado com a busca de eficiência e eficácia foi identificado com **Maior Eficácia da Gestão**. As PME's buscam com o uso eficiente de seus recursos e acesso a informações em tempo real, aumentar o atingimento de seus objetivos:

“Eficácia. Aquilo que eu já te falei. Porque eu tenho eficiência, mas pra ter eficácia, tu tem que ter controle em tempo real. Pra saber o que tá fazendo, a hora que tá fazendo e quanto tempo tu tá fazendo. Eu quero saber quando eu vou comprar matéria-prima, eu não quero que ninguém me estime, eu quero que isso esteja num sistema que me mostre exatamente quando que eu tenho que comprar matéria-prima. Seja lá o que for. Não é uma previsão, é: -Mudou amanhã o que tá programado, produzido? Vai mudar em tempo real o que a matéria-prima vai ter que comprar.” (Entrevistado 11)

Fica claro na perspectiva das PME's, a adoção de tecnologias permite elevar o nível de profissionalização da gestão. Isso significa que integrar recursos e sistemas produtivos permite trazer os resultados esperados, elevando o cumprimento dos objetivos organizacionais.

De maneira complementar, as empresas que possuem clientes ou fornecedores estabelecidos em economias mais desenvolvidas também apresentam maior tendência de aceitação às tecnologias de Indústria 4.0:

“(...) a gente já ouvia falar dos conceitos para a Manufatura Avançada, que surgiram um pouco antes ainda com esse nome né. E a gente parava e pensava: -Puxa, isso é conexão... conexão, precisa muita conexão..., os nossos produtos precisam ir pra esse lado, cada vez mais... Então a gente já tinha algumas iniciativas de conhecer isso, sob a outra ótica, ótica de fornecedor de produtos.” (Entrevistado 13)

No entanto, a barreira descrita por Horváth e Szabó (2019) como **Seguir as Tendências de Mercado e Pressão dos Concorrentes**, no universo das PME's, é ampliado, pois não apenas fornecedores e/ou cliente de economias mais desenvolvidas são fatores influenciadores:

“É meio que trabalho formiguinha, depois que o empresário fez o outro quer também, viu que funciona, o concorrente tá fazendo, meio que aquela questão da inveja, né? Se o outro tem eu também tenho que ter né? Que se o outro está ganhando produtividade ou não, faz sentido, não posso ficar para trás, tô ficando para trás... aí o povo se mexe.” (Especialista 1)

Portanto, o próprio nível de relacionamento da PME com grandes empresas gera impacto e influência na adoção, exigindo que as empresas adotem novas tecnologias para permanecerem na cadeia de valor. Conforme o Entrevistado 12: *“A gente viu que era esse o caminho quando a gente começou a ver no mercado que grandes empresas estavam implementando esse tipo de tecnologia.”* Assim, propõe-se uma nova definição para a barreira, sendo entendida como **nível de competição de mercado intensificado nas empresas que possuem clientes ou fornecedores mais desenvolvidos, bem como nível de relacionamento da PME com seus fornecedores clientes influenciam na sua velocidade de adoção e aceitação a mudanças.**

Contrariando as perspectivas de Tortorella e Fettermann (2017) e Lin; Wu; Song (2019), para quem as empresas de maior porte possuem vantagem na adoção de tecnologias, por terem mais recursos e perceberem maior impacto positivo da adoção, os Entrevistados trazem que o **Tamanho da Empresa** pode ser um incentivador, visto que as PME's possuem maior agilidade, por terem uma estrutura mais enxuta menos burocrática, com processos que podem ser flexibilizados mais facilmente:

“A pequena tem uma vantagem que eu acho muito grande que é ela pode pivotar muito rápido não é, tu hoje tu pode estar fazendo "X", e amanhã tu pode pivotar sem perder muito tempo, tu reúne 3 pessoas numa sala e diz: "Cara, a partir de amanhã a gente vai fazer XYZ", aí tu faz, tu ganha na agilidade de, beleza o grande ele tem muito dinheiro? Tem com certeza, tem muito recursos, tem muita gente, mas ele é muito lento né na tomada de decisão de qualquer coisa, em tão, no tempo em que a pequena ela já pivotou, já fez um Projeto, já fez o MVP né, e já está testando, já foi para o mercado, já estava vendendo, a grande ainda está pensando se é um bom negócio!” (Entrevistado 15)

Chama a atenção que nenhum dos Especialistas trouxe o porte da empresa como um motivador, mas 6 entrevistados de casos diferentes salientam esse ponto como um importante diferencial:

“Então, eu acho que a burocracia, ou a falta de burocracia nas pequenas, acho que ajuda muito a gente a se movimentar. E a gente consegue fazer, às vezes, coisas legais com poucos recursos, né?” (Entrevistado 4)

“Então, a pequena empresa tem essa condição de fazer. Mas, eu tive que mobilizar a minha empresa né, pra conseguir fazer esse atendimento. E se a gente tem tecnologia, a gente consegue agilizar os processos... esses processos de comunicação, integração..., a gente consegue agilizar muito mais pra conseguir fazer essas entregas.” (Entrevistado 5)

Dessa forma, propõe-se uma nova perspectiva para a barreira já identificada na literatura, considerando o contexto de PME's. Assim, o **Tamanho da Empresa** exerce influência de maneira distinta em PME's e Grandes Empresas. Se por um lado as grandes empresas são motivadas pelos resultados esperados em seus processos complexos, **as PME's são influenciadas pela facilidade com que conseguem implementar e modificar seu modelo de atuação.**

Percebe-se também que para a PME, ter clientes e/ou fornecedores que estão realizando a jornada digital serve como meio para mostrar novos caminhos e possibilidades, ampliando a visão de mercado e fortalecendo a importância da atuação em cadeia. Assim, identificou-se um novo motivador, denominado **Relações com Fornecedores e Clientes:**

“(...) o hardware que a *Beta*<sup>5</sup> distribui a gente não desenvolve ele né, a gente importa lá dos Estados Unidos e fornece aqui. Aí assim que tem lançamentos do estado Unidos a gente acaba puxando isso pra cá também né, pra poder estar sempre no mesmo nível né? E aí, mesmo que a gente não quisesse entrar nesse mercado, digamos assim, a gente é quase que obrigado, por que como a gente fornece o produto que uma outra empresa faz, né a gente tá sempre atualizado com relação a isso, né?” (Entrevistado 2)

O compartilhamento de informações entre empresas parceiras amplia a perspectiva de atuação e motiva a PME na busca de novas possibilidades de atuação e melhorias para o seu negócio:

“(...) mas o que é muito legal nesse meu trânsito aí nesses 20 anos: eu fui visitar as fábricas nos Estados Unidos, eu visitei fábrica na Europa, nos Estados Unidos eu tive a oportunidade de, cada vez que eu ia, visitar a fábrica (...). E aí a gente fez uma convenção de 5 dias, a gente apresentou produto, a gente fez a apresentação também das nossas empresas, dos nossos mercados (...) Então, pra mim essa troca foi muito boa, eu cresci bastante, aprendi muito sobre a cultura Americana, a cultura dessas pessoas, porque a gente se encontrava, a cada ano tinha um *meeting*, então por 3 anos seguidos, por exemplo, eu encontrei os caras da Itália e os caras já tavam me convidando pra ir pra lá, e ficar na casa deles inclusive, não era nem pra ir pra hotel! Então, essa troca foi muito legal né? E quando a gente teve na Europa também, fui conhecer a fábrica da Turck, a gente visitou vários lugares, então eu ganhei uma experiência Internacional aí que trouxe bastante soft skills né, pra mim. E na última que eu fui agora em 2018, foi que me deu o estalo, quando eu voltei eu entendi o seguinte: cara, o mercado vai mudar, e vai mudar rápido! Porque eu tava ainda muito focado em produto, tinha já a nossa..., a *Gama*<sup>6</sup> já estava criada, o *Zeca*<sup>7</sup> já estava trabalhando em parceria comigo pra projetos principalmente de NR-12 e alguns projetos de automação, a gente fabricou máquinas..., a gente inventou algumas coisas nesse período, só que eu entendi que só hardware não ia ser mais suficiente. O

<sup>5</sup> Nome da empresa alterado para preservar a identidade dos entrevistados

<sup>6</sup> Idem anterior

<sup>7</sup> Nomes alterados para preservar a identidade dos entrevistados

software vinha, e vinha com muita força. Eu vendo o movimento aí de uma Siemens, uma Rockwell que são os 2 grandes players no mercado automação mundial, eu vendo a movimentação dos caras eu entendi, cara as coisas vão mudar, e eu preciso acompanhar e me antecipar a isso. (Entrevistado 4)

Além disso, para o Especialista 6, a grande empresa precisa difundir as informações e tecnologias na cadeia, *“por que se for de uma maneira espontânea, pouca coisa vai chegar na indústria, na pequena indústria”*. Portanto, o relacionamento com Fornecedores e Clientes, para as PME’s, é um incentivador no sentido de fomentar uma rede de cooperação e colaboração entre as empresas, visando o crescimento conjunto.

A **Rede de Cooperação** surge como um novo facilitador identificado pelos Especialistas. Para esse grupo, as PME’s precisam de uma ampla rede que lhes permita, além de acessar informações e obterem novos conhecimentos, atuarem de maneira conjunta para adotarem e fornecerem tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0, a exemplo do que já existe:

“O Alma é uma iniciativa de um conjunto de empresas para oferecerem soluções complexas de I 4.0. Então quando a gente fala Indústria 4.0 a palavra-chave é a integração das tecnologias, a diferença da 3.0 para a 4.0 é a integração das tecnologias. Então a gente montou esse grupo do Alma onde tem uma empresa de sensoriamento, uma empresa de software, uma empresa integradora, uma empresa de manufatura aditiva, uma empresa de controladores... Então elas estão trabalhando em conjunto para desenvolver soluções indústria 4.0” (Especialista 2)

Dessa forma, as PME’s conseguem atingir empresas e recursos que se buscados isoladamente, talvez não estivessem acessíveis. Além disso, percebe-se que a Rede de Cooperação fomenta uma atuação coepetitiva das empresas, em que empresas de diferentes áreas de atuação se unem em busca de maior competitividade.

Para Especialistas e Empresas, a **Diferenciação** das PME’s é um fator que motiva as empresas na adoção de tecnologias e modernização de seus sistemas. Esse fator, não identificado em pesquisas anteriores, se refere a implementação de recursos que permitam flexibilizar a produção de maneira rápida e eficiente, viabilizando a customização ou facilitando a produção de lotes cada vez menores:

“Uma pequena empresa se mantém no mercado porque ela tem que ter algum diferencial que a grande não consegue ter. E normalmente é a flexibilidade de conseguir... a agilidade para atender o cliente, com alguma demanda específica. Então..., e agilidade também para fazer alguma mudança, então, ou a pequena empresa tem um produto que conseguiu desenvolver né, que uma grande não conseguiu, e basicamente, o que tem a pequena empresa? Ela consegue entregar lotes pequenos de um monte..., de uma grande variedade. E as empresas maiores, que são consumidoras, que compram da pequena empresa, eles gostam disso, dessa questão da customização rápida. A pequena empresa se diferencia nisso, nessa flexibilidade para conseguir mexer nos seus processos e fazer as entregas. Isso se diferencia. E uma forma das empresas pequenas conseguirem fazer isso aí, é justamente investir em tecnologia!” (Entrevistado 5)

Apesar de as PME's serem entendidas como empresas com mais flexibilidade, ter recursos que facilitem a melhoria produtiva e aumentem a capacidade de criação com velocidade e efetividade, tornam-se cruciais para entrega de valor ao mercado:

“(...) então... o pessoal tem que saber se reinventar, se ficar parado, vai ficar pra trás. É uma questão de tempo né... Não precisa vir uma pandemia de Covid para tirar os mais fracos da jogada, né. Só precisa vir um chinês vendendo pela metade do preço.” (Especialista 1)

Assim, a Diferenciação como novo facilitador, atende a um dos conceitos fundamentais de Indústria 4.0 estabelecidos por Lasi et al. (2014), referente a novos sistemas de desenvolvimento de produtos e serviços. Para os autores, a demanda por produtos e serviços será cada vez mais individualizada e personalizada, portanto, as empresas devem buscar meios para oferecer produtos inteligentes e inovadores que atendam ao alto nível de exigência do mercado.

Outro ponto que é fortalecido como um incentivador para adoção é a própria capacidade de **Sobrevivência** da PME. A necessidade de modernização para que as empresas possam ter continuidade nos seus negócios é um novo motivador identificado na pesquisa. Na visão dos Especialistas, a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 é mandatória para as PME's:

“Sendo bem franco, sobrevivência. Fazendo uma a comparação bem chula, mas como a gente está num estado agrícola, as 4.0 vai ser para a indústria o quê o trator foi pra micro e pequena propriedade rural.” (Especialista 1)

“(...) é justamente a necessidade. É o cara enxergar que se ele não... é ou faz ou morre! Se ele não se engatar nisso, ele vai acabar ficando pra trás. (Especialista 5)

Mas os empresários também percebem essa necessidade, entendendo esse movimento crescente em diferentes setores da indústria:

“E hoje eu diria assim, a inovação virou sobrevivência né? Então, “ah, por que que as empresas inovam?” é fácil responder: por que se elas não inovarem vão morrer! E quase todo mundo já entendeu isso, até os caras que me xingaram lá no passado, dizendo que eu era louco com a Indústria 4.0, hoje eles vem atrás de mim e me pedem dicas: “Bah, o que eu posso fazer, o que eu não posso fazer...” porque eles viram que, ou eles melhoram um pouco, ou eles vão morrer.” (Entrevistado 4)

Essa percepção demonstra a importância que o tema vem ganhando, podendo indicar uma tendência de aumento da aceitação e adoção de tecnologias, que deve ser observada. Além disso, outros fatores podem estar relacionados com essa percepção, como o próprio contexto pandêmico ocasionado pela COVID-19, que obrigou muitas empresas a digitalizarem seus processos a fim garantirem a continuidade de suas atividades.

O **Contexto Pandêmico**, inclusive, foi um novo incentivador identificado na pesquisa. Salienta-se ainda que esse é um fator que apenas os casos, ou seja, as empresas identificaram como impactando na decisão de iniciar a jornada de digitalização.

“Cara, eu acredito que na indústria pequena, é agilidade mesmo né. É tu..., a pandemia tá botando as pessoas em casa né. Então, trabalhar descentralizado te obriga a ter tecnologia pra fazer isso, tu trabalhar né. Se fosse uns anos atrás dificilmente a gente iria fazer um call, né, a gente teria marcado um café. Acho que é muito mais gostoso tomando um café, etc. e tal, tem essa relação de ver a pessoa..., sentir sabe... Mas acho que a indústria ela te obriga a isso, tu quer trabalhar remoto, tu tem ter recursos pra trabalhar remoto. Eu acredito que hoje em dia é meio que... a pandemia acabou sendo um acelerador disso, né.” (Entrevistado 10)

“(...) mas na média ela (a PME) assim foi bastante impactada com essa questão da Pandemia, mas a tecnologia facilitou; então ela começou a se organizar melhor para quando tiver uma demanda melhor, também ela estar mais organizada.” (Entrevistado 9)

Portanto, a limitação de atuação e a necessidade de isolamento social impostas pela pandemia aceleraram a jornada de digitalização das PME’s, que perceberam que somente a integração e digitalização poderiam permitir que as empresas não paralisassem totalmente suas operações. Assim, para contornar uma crise de mercado, foi necessário adaptar-se ao mundo digital.

Na perspectiva financeira, foram identificados dois fatores de incentivo. Confirmando Horváth e Szabó (2019), a **Redução de custos**, sejam operacionais, com estoques e custo dos recursos humanos é um ponto considerado significativo. Para o Especialista 4, “*o ganho da Indústria 4.0 é custos menores a médio e longo prazo*”. Além disso, os custos são reduzidos tanto para usuários quanto para fornecedores de tecnologia:

“Então além do cliente correr o risco de ficar por muito tempo sem a aplicação, ele vai ter um custo muito elevado, porque o custo de deslocamento mais horas de engenharia pra gente arrumar isso pode superar o valor do próprio produto, né, dependendo do problema. Porque fugiu do nosso escopo, então a gente tem que cobrar isso. Então pro cliente, tá na nuvem não tem custo nenhum se der problema, porque teoricamente é nossa responsabilidade e é muito mais rápido pra gente arrumar também.” (Entrevistado 1)

Desta forma, o incentivo ocorre pela percepção de benefícios financeiros para a PME, que pode reduzir custos e despesas relacionados não somente a sua operação, mas também a sua estrutura de gestão. Em empresas com estruturas enxutas e orçamentos limitados, a redução de custos tem grande impacto na performance organizacional, gerando um diferencial competitivo para essas empresas.

O segundo fator na perspectiva financeira foi identificado pelos Empresários, que reforçam a importância do **retorno do investimento** realizado, ou seja, conseguir mensurar os potenciais retornos é importante para mobilizar o Líder da empresa:



“Então quando o cara enxerga que ele tem uma fábrica que está com uma capacidade pela metade, no mínimo pela metade, ele começa a se preocupar. Então esse cara quer: “Ah, quero aumentar minha produtividade, o que eu faço?”, aí ele vai numa consultoria, e a consultoria vai lá “tu quer aumentar a produtividade? Ah, beleza, o que tu tem que fazer? Aumentando a produtividade tu tem que reduzir o teu desperdício para poder aumentar a lucratividade.” Quando tu fala aumentar a lucratividade, todo mundo quer ganhar mais dinheiro.” (Entrevistado 9)

Para as empresas que são também fornecedoras, demonstrar o potencial retorno do investimento também é um importante argumento de venda das suas soluções:

“Assim, dá para dizer que 90% das empresas, quando a gente consegue mostrar um ROI assim pra ele, a gente fecha negócio. E eu acredito nisso assim, eu acho que ele toma decisão quando ele vê um retorno sobre aquilo que ele está investindo.” (Entrevistado 12)

Dessa forma, identificou-se **Expectativa de Retorno do Investimento** como um novo motivador, muito alinhado com a limitação de recursos identificada como barreira. Por possuírem recursos limitados, ter clareza sobre os retornos potenciais do investimento em tecnologia são de grande importância para a PME.

Do mesmo modo que características do Empreendedor podem ser uma barreira, também podem ser um facilitador. Quando o líder demonstra visão de negócio, a adoção de tecnologias ocorre de maneira mais ágil.

“Então assim, quem é que decide? É o empresário! É o empresário que tem que ter a mente aberta, um empresário que tem que estar atualizada das coisas que acontecem.” (Entrevistado 12)

Essa percepção ocorre tanto por parte dos líderes quanto da equipe de colaboradores. O Entrevistado 7, que é responsável pelo PCP na empresa, reforça que *“vem na parte da Gestão, começa por ali né. A Gestão é que tem que estar querendo, tem que estar buscando.”*

Assim, descreve-se um novo facilitador identificado como **Papel da Liderança**, sendo importante para que a PME inicie a sua jornada de digitalização. Cabe ao Empreendedor ser o incentivador do processo de adoção de tecnologias, se interessar por modernizar sua empresa e buscar incentivar sua equipe na busca de melhores oportunidades.

Também se confirma na pesquisa a percepção de Khayer et al (2020) acerca da **Autoconfiança dos Gestores no Uso de Tecnologias**. Os Entrevistados mais identificados com tecnologias demonstram mais aceitação à modernização e mudanças na empresa a partir de tecnologias:

“É uma empresa de Engenheiros, né Raquel. Então assim, inovar e ficar tentando achar um jeito diferente de fazer algo tá no sangue tá? Então, a gente sempre buscou fazer coisas do melhor jeito, e de um jeito eficiente. Então eu diria que isso começou sempre, tá?” (Entrevistado 13)

E também apresentam mais facilidade de vender suas soluções inovadoras quando compreendem a importância delas no processo do cliente:

“A gente já tá ficando com um corpo maior, a gente tem cases, a gente já tem clientes grandes, já muda o posicionamento. É tipo “Ah, não quero colocar aqui...” e “Ah, nós colocamos aquele cliente lá... que é Internacional e tal, e funciona e eles estão feliz da vida!” Tipo, a gente começa a ter muito mais argumentos né?” (Entrevistado 1)

Dessa forma, percebe-se que a Autoconfiança dos Gestores no Uso de Tecnologias, também entendida como Autoeficácia (KHAYER *et al.*, 2020) representa a confiança do Gestor na aquisição e utilização de novos recursos tecnológicos. Um Gestor com Autoconfiança terá mais facilidade de mobilizar sua equipe e empresa para implementar novas ferramentas e tecnologias.

Percebem-se, ainda, **Mudanças nas Relações de Trabalho** influenciando a jornada digital. Os entrevistados entendem que as novas gerações não possuem interesse em atividades excessivamente braçais. Com a saída de trabalhadores de mais idade, é necessário que as empresas busquem automatizar atividades que ficam cada vez mais difíceis de encontrar mão-de-obra:

“Se tu parar hoje para entrar numa forjaria a quente, as pessoas que estão trabalhando lá não tem ninguém com 20 anos. A nova geração, (...) eu até entendo eles, eu acho que uma pessoa de 20 anos não vai trabalhar numa forjaria a quente no verão, para ficar trocando peças numa prensa a 50°C. Se tu parar pra pensar, isso não faz nem sentido! (...) Aí tu fala “ah, mas vai lá pôr um robô, tira o emprego de 3-4 pessoas!” Na verdade não é isso, né? Porque essas 3-4 pessoas, elas não vão estar ali por mais 30 anos! E a próxima geração não vai querer fazer aquilo ali.” (Entrevistado 8)

Salienta-se que esse novo incentivador opõem-se a descrição de Raj et al. (2020) para quem o fim de algumas funções de trabalho pode impactar de maneira mais significativa os países em desenvolvimento. Afinal, a relação com o trabalho também muda, com o fim de algumas atividades. Há sim, que se considerar o quanto as pessoas estão preparadas para as novas funções que podem vir a exercer, mas é preciso salientar que a busca por atividades operacionais e braçais por parte dos candidatos parece diminuir, conforme a percepção dos entrevistados.

E confirmando o já estabelecido por Tortorella e Fettermann (2017) e Horváth e Szabó (2019), o **Aumento do Valor Agregado pelo Trabalho Humano** é um incentivador também para as PME's, que esperam das equipes um trabalho mais estratégico, enquanto as atividades operacionais são automatizadas. Assim, as pessoas podem assumir um novo papel na organização:

“Entregar variedade. Porque as máquinas entregam produtividade. Elas não entregam variedade. Uma máquina pra entregar variedade é muito caro. Não que ela não possa,

tecnicamente, fazer. Que nem lá, pega um robô colaborativo que nem na aplicação que tu vai ver lá, eu imprimo garra diferente, de acordo com o produto que eu vou pegar. Em vez de comprar uma garra da Schunk de 15 mil euros. Vou lá imprimo, se quebrar depois de 100 manipulações, bota fora e imprime outro. Então isso é que tu consegue com as tecnologias habilitadoras, ou tu faz o seguinte, pega uma garra da Schunk, só usa ela quando pegar coisa diferente, faz uma pessoa bota ali. Deu, tá resolvido, é mais barato! Então tu usa pessoas para variedade e deixa o sistema de automação 3.0, não é nem o 4.0, porque o 4.0 é a ligação desses 2, essa é a grande sacada, é tu ter a produção centrada no ser humano. E a batida quem dá é o ser humano, por que a gente quer entregar variedade com eficiência e eficácia. A eficiência dos equipamentos automatizados, e a eficácia do controle da Gestão desse troço no tempo real. E tendo pessoa tem que ter controle.” (Entrevistado 11)

Importante salientar a partir da fala do Entrevistado, que essa mudança no papel desempenhado pelas pessoas poderia ser implementado já a partir da adoção da Indústria 3.0, ou seja, a automação já é um passo importante para que o recurso humano tenha funções mais táticas. Contudo, conforme já relatado em trechos anteriores, percebe-se um atraso industrial, que faz com que as organizações tenham alta dependência do fator humano no seu processo produtivo.

Por fim, confirmou-se a **Oportunidade de Inovação no Modelo de Negócios** como um incentivador para as PME's. Corroborando Müller et al. (2018), percebe-se que a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 tanto por usuários ou fornecedores apresenta possibilidades de Inovação no Modelo de Negócios:

“Então assim, na verdade, o que nos levou a isso, foi o fato da gente ter antes, ter olhado para a Indústria 4.0 como uma oportunidade de mercado para nós. Então isso talvez nos forçou a estudar melhor o assunto e nos facilitou a compreensão de como adotar isso dentro da empresa.” (Entrevistado 13)

E na visão dos Especialistas, esse é o caminho para que a empresa possa atingir diferenciação e competitividade, que lhe garante a sobrevivência:

“Porque o futuro desse negócio é a mudança do negócio. Por exemplo, antes o cara vendia um compressor, um ativo fixo. Mas o cara que compra, Raquel, não quer um compressor, quer frio! Então, se essa empresa de compressor, hipoteticamente, coloca IoT, painéis de controle, uma parafernália toda e resolve oferecer um serviço, por que a indústria não vai comprar? Não vai ter capex, não vai ter investimento, e vai ter um serviço. E o cara dessa indústria, ao invés de vender um produto e manutenção, ele vende um serviço. Isso aí é uma das coisas mais importantes que as novas tecnologias podem propiciar: alterar a maneira como os caras fazem negócio.” (Especialista 3)

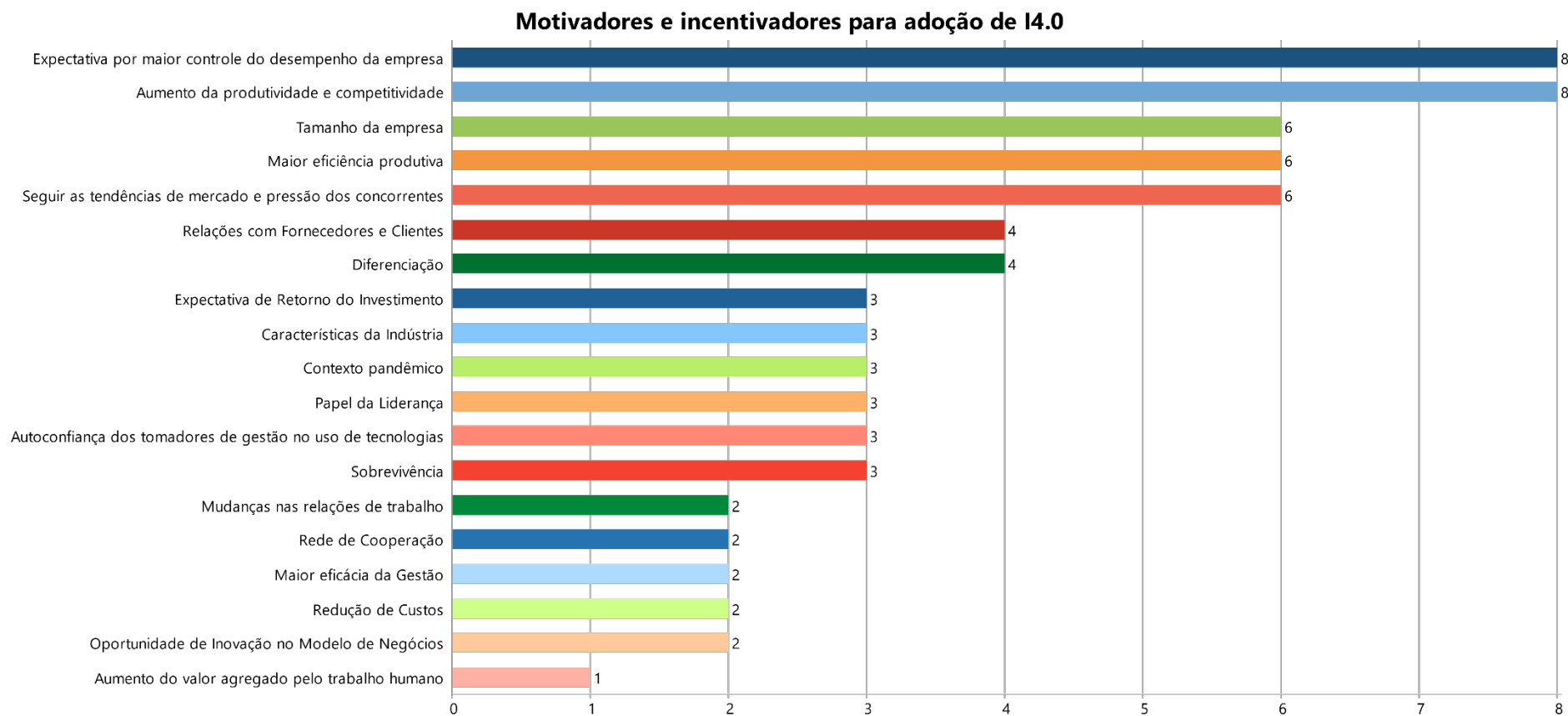
Transformar o Modelo de Negócio existente pode levar as PME's a encontrarem novas maneiras de criarem valor (HORVÁTH; SZABÓ, 2019), seja pela mudança provocada na estrutura operacional ou pelo impulso tecnológico gerado pela Indústria 4.0 (LASI *et al.*, 2014). Desta forma, as PME's são estimuladas a atingirem novos patamares, vislumbrando novas condições e oportunidades para as quais não teriam acesso sem o apoio de tecnologias

habilitadoras. A jornada digital se mostra assim, um acelerador de oportunidades de negócio para a PME.

Considerando o contexto de PME's em um país em desenvolvimento, não foram confirmados na pesquisa cinco facilitadores anteriormente relatados: (i) Índice de participação acionária dos maiores acionistas (LIN, B.; WU; SONG, 2019) e (ii) Recursos e Processos Internos (KHAYER *et al.*, 2020), sugerindo que estes são mais aderentes às grandes empresas; (iii) Potencial Tecnológico da Região (LEPORE; SPIGARELLI, 2020) e (iv) Contexto Socioeconômico (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017), aderentes às barreiras relacionadas ao ambiente externo das empresas brasileiras, pela falta de estabilidade econômica e políticas de incentivo. Por fim, não foi confirmado o facilitador definido por Tortorella e Fettermann (2017) como (v) Estratégia Empresarial, chamando a atenção para pouca atenção dedicada pelas PME's para o planejamento de sua jornada digital.

Para melhor compreensão da importância atribuída nas entrevistas aos Facilitadores, a Figura 8 traz a ocorrência de casos em que cada fator foi citado durante a pesquisa:

Figura 8: Facilitadores e Incentivadores



Fonte: Extraído do MAXQDA pela Autora (2021)

Por fim, a tabela traz o resumo dos Facilitadores de adoção de tecnologias de Indústria identificados para as PME's.

Tabela 4 Facilitadores da adoção de tecnologias de I4.0 em PME's

<b>Fator</b>	<b>Descrição</b>
Papel da Liderança	Novo Motivador: Líder/Empreendedor ter visão de negócio e incentivar o processo de modernização e inovação da empresa
Relações com Fornecedores e Clientes	Novo Motivador: Ter clientes e/ou fornecedores que estão realizando a jornada digital mostra novos caminhos e possibilidades para as PME's
Expectativa de Retorno do Investimento	Novo Motivador: Obter vantagem financeira com o investimento realizado
Mudanças nas relações de trabalho	Novo Motivador: A nova geração não vai mais se submeter a determinadas atividades braçais e operacionais como a geração anterior
Maior eficácia da Gestão	Novo Motivador: Melhoria no atingimento de objetivos, através de informações que permitam a tomada de decisão em tempo real e com uso eficiente dos recursos e direcionamento concreto das ações
Rede de Cooperação	Novo Motivador: Formar uma rede de cooperação para que as empresas possam conhecer e colaborar conjuntamente para adoção e fornecimento de tecnologias habilitadoras de I4.0
Diferenciação	Novo Motivador: Implementar recursos que permitam flexibilizar a produção de maneira rápida e eficiente, viabilizando a customização ou facilitando a produção de lotes cada vez menores
Sobrevivência	Novo Motivador: A inovação e a adoção de tecnologias é mandatória para que as PME's possam continuar existindo
Contexto Pandêmico	Novo Motivador: As limitações impostas pela pandemia aceleraram a jornada de digitalização para PME's
Aumento da Produtividade e Competitividade	Maior eficiência na utilização de recursos através da produção com redes inteligentes, criem uma vantagem decisiva da empresa sobre seus concorrentes
Maior eficiência produtiva	Automação de atividades operacionais, reduzindo os índices de falhas e erros e aumento do nível de qualidade.
Seguir as tendências de mercado e pressão dos concorrentes	Revisão da definição para PME: Competição de mercado intensificada nas empresas que possuem clientes ou fornecedores mais desenvolvidos, e nível de relacionamento da PME com seus fornecedores/clientes influencia na sua velocidade de adoção e aceitação a mudanças.
Aumento do valor agregado pelo trabalho humano	Redução de mão-de-obra no trabalho operacional, criando espaço para as pessoas desempenharem atividades mas estratégicas
Redução de custos, sejam operacionais, com estoques e custo dos recursos humanos	Percepção de benefícios financeiros, com a redução de custos e despesas de operação e gestão
Oportunidade de Inovação no Modelo de Negócios	Arquitetar projetos ou mudanças que impliquem em novidades e soluções mais completas oferecidas pela empresa
Expectativa por maior controle do desempenho da empresa	Gerar dados em tempo real, suportando a tomada de decisão e gestão do conhecimento
Características da Indústria	Empresas de equipamentos possuem maior probabilidade de adotar Indústria 4.0 visto que tecnologias como IIoT e <i>Smart Products</i> são mais fáceis de aplicar em indústrias que possuem um maior nível de mecanização e automação
Tamanho da empresa	Revisão da definição para PME: Para a pequena empresa, o tamanho se reflete em maior agilidade e flexibilidade de processos.
Autoconfiança dos Gestores no uso de tecnologias	Confiança do tomador de decisão na sua capacidade e habilidade de utilizar tecnologias de maneira eficiente

Fonte: A Autora (2021)

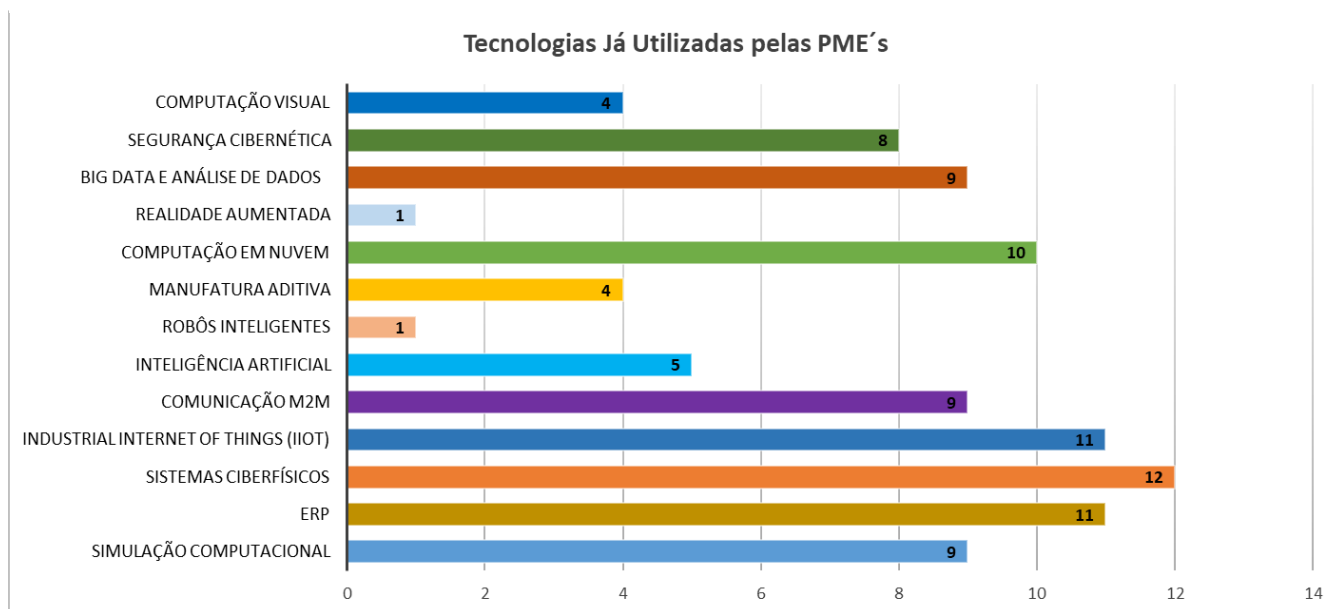
Destaca-se que além de confirmar dez facilitadores já identificados pela literatura, são propostas novas definições para dois deles, considerando as especificidades das PME's. Além disso, nove novos facilitadores são apresentados, demonstrando que existem caminhos importantes para estimular as PME's a iniciarem sua jornada de digitalização e assim, aumentarem sua competitividade e contribuição de valor.

### 4.3 Adoção de Tecnologias da Indústria 4.0

A adoção de tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0 pode ocorrer com foco em melhorias internas, sendo a empresa usuária de tecnologias, ou visando oferecer novos produtos e/ou serviços, sendo então a empresa fornecedora de Indústria 4.0 (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Destaca-se que no presente estudo, das 12 empresas entrevistadas, 9 se posicionam como sendo usuárias e fornecedoras de tecnologias da Indústria 4.0, e apenas 3 utilizam as tecnologias exclusivamente nos seus processos internos.

As empresas foram questionadas sobre as tecnologias que já utilizam e, na Figura 9, apresenta-se o mapeamento das tecnologias utilizadas pelas empresas entrevistadas.

Figura 9: Tecnologias da Indústria 4.0 utilizadas pelas PME's



Fonte: A Autora (2021)

Como tecnologia mais utilizada pelas empresas entrevistadas, aparecem os Sistemas Ciberfísicos, à frente mesmo de ERP. Salienta-se que para algumas empresas fornecedoras de tecnologias, o uso de um sistema de tecnologia da informação que integram os setores não se mostra atrativo, dado o porte e baixo nível de setores envolvidos internamente.

“Todas as coisas que estão aqui na verdade, eu tenho vontade de fazer né, mas a real é outra coisa. ERP é uma coisa que a gente tem contato, mas é uma coisa que a gente não pensa ainda em fazer também. Por quê? É uma área muito diferente do que a gente faz, a gente seria a ponta, que levaria as informações para o ERP, então a gente seria aquela parte enviar as informações, mas daí o ERP vai tratar essas informações, então isso é mais TI, que daí foge um pouco do que a gente faz.” (Entrevistado 8)

Percebe-se que as PME's entrevistadas estão desenvolvendo sua própria jornada de digitalização, considerando seu próprio contexto e realidade, corroborando Mittal et al (2018). Assim, as aplicações passam a ser mais alinhadas não com modelos de maturidade indicados na literatura (SCHUH *et al.*, 2017; SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016), mas com a estratégia e jornada de digitalização que a PME consegue estabelecer.

“Então eu te diria assim, dentro da nossa perspectiva, a gente já usa simulação sim. ERP já, há muito tempo, desde 2006 eu uso ERP. O IIoT sim, a gente usa e a gente vende isso também, faz as 2 coisas né. O M2M a gente daí não tem como usar, porque eu não tenho as máquinas aqui na fábrica, eu vendo essa solução mas eu não faço uso dela...” (Entrevistado 4)

Corroborando a visão de Müller et al. (2018) as PME's introduzem as tecnologias em seus processos conforme percebem o momento, considerando suas limitações e adequações necessárias para obter o melhor resultado. Outro ponto salientado nas entrevistas é que as algumas tecnologias só fazem sentido quando adotadas em cadeia, como uso de mecanismos de rastreabilidade.

“(...) tecnologia para isso já tem, porém, tem que ter um investimento do outro lado também, sabe? Esse recurso vai ter que estar lá, no cliente, sabe? Então o cliente também vai ter que estar permissivo pra fazer isso, né? (Entrevistado 3)

Então percebe-se que a interação horizontal ainda está distante da realidade destas PME's analisadas, pois apesar dos benefícios percebidos, o nível de aplicabilidade dentro dos seus processos é baixo. Tal fato pode ser reforçado pela insegurança das PME's em adotarem tecnologias que integrem informações com seus fornecedores e clientes (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), bem como pela dificuldade de integração em sistemas e protocolos de comunicação (HORVÁTH; SZABÓ, 2019).

Além disso, algumas tecnologias se mostram ineficientes para as PME's em relação a alta variabilidade de processos ou produtos envolvidos. O nível de complexidade da aplicação



de tecnologias como Realidade Aumentada e Robôs Inteligentes se tornam impeditivos PME's, que possuem baixa padronização de produtos ou processos:

“Nós tivemos uma apresentação de uma empresa aqui, sabe? A gente achou bem... bem bacana, mas mais como marketing do quê... (risos) A gente... porque assim, a gente pode fazer isso, essa realidade aumentada, é capaz dos motores ser explodido, fazer um... Eu falei assim: “mas a gente trabalha aqui, a gente fez um levantamento, nós temos mais de 1.000 equipamentos diferentes um do outro!” Só de motor! Então eu falei assim, a programação disso, acaba se tornando inviável, sabe? Por que um motor, um mesmo modelo de motor, mesma linha assim, ele tem mais de 20 opcionais, sabe? Então se vem um recurso diferente, e se você for utilizar uma ferramenta que permita “ó, é assim que faz”, não vai dar certo. Então vai causar mais problema do que solução.” (Entrevistado 3)

A *Smart Manufacturing* é consequência de adaptação do layout interno, dos processos produtivos e adaptação das equipes de trabalho, e não depende apenas de maquinário e equipamento dotados de mais recursos tecnológicos (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019). Dessa forma, para as empresas que já possuem recursos humanos e financeiros limitados, a flexibilização do seu processo por meio de adoção de tecnologias produtivas nem sempre é o caminho mais viável.

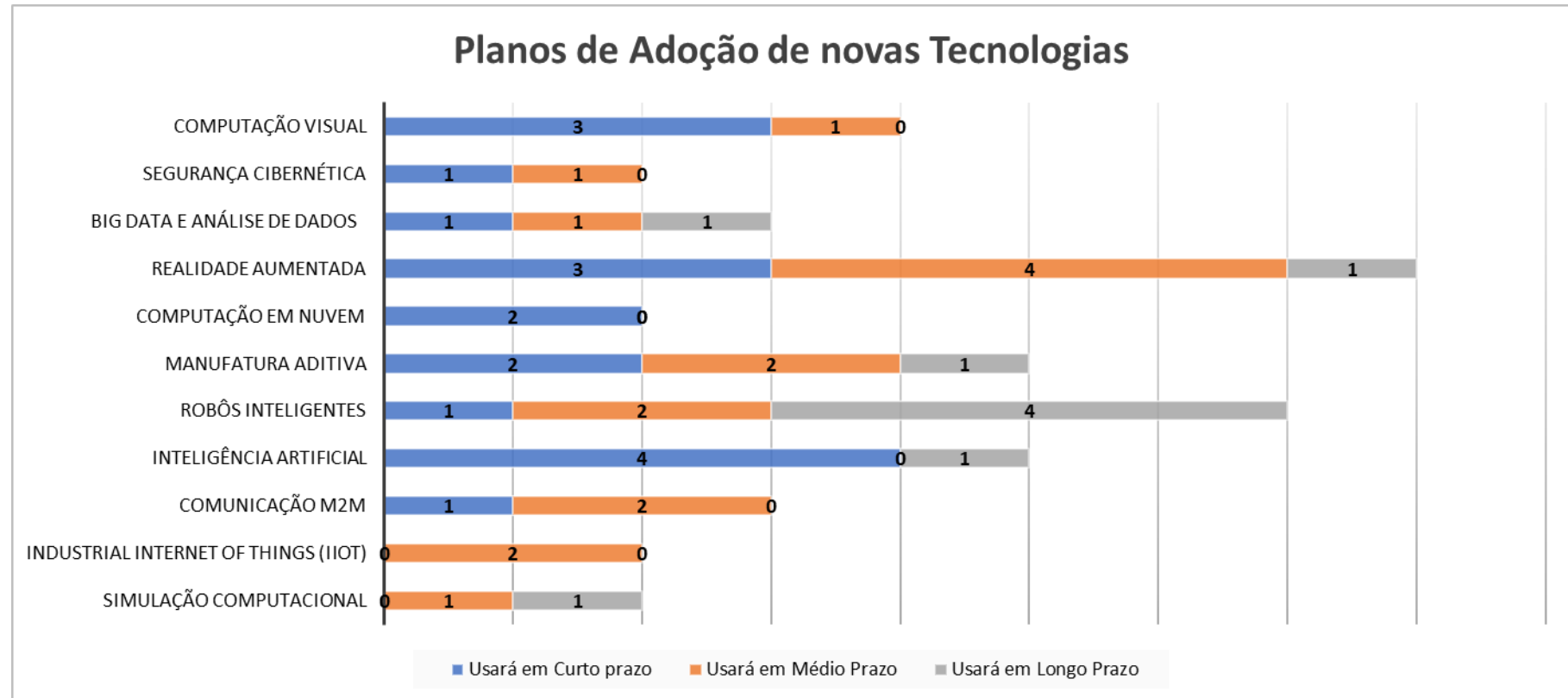
Contudo, as PME's demonstram que possuem planos de adoção de novas tecnologias, indicando maturidade empresarial pelos planos de desenvolvimento voltados à Indústria 4.0 (SCHUH *et al.*, 2017).

“Robôs, a gente vai utilizar em longo prazo... é, não é uma área que a gente mexe tanto, em robótica, mas a gente tem uma visão de que no futuro a gente pode mexer, mas vai demorar um pouquinho.” (Entrevistado 15)

“Simulação Computacional, a gente já teve algumas demandas, mas a gente nunca usou, e sinceramente assim, vou te dizer que seria a longo prazo.” (Entrevistado 8)

Os entrevistados demonstram entender a implantação das tecnologias de Indústria 4.0 como tendo importância estratégica para seus negócios, reforçando a visão de Lichtblau et al. (2015). Dessa forma, foram questionados sobre a intenção de implantação de novas tecnologias em suas empresas. Foi solicitado que informassem quais tecnologias pretendem adotar no curto prazo (até dois anos), médio prazo (mais de dois e menos de 5 anos) e no longo prazo (acima de cinco anos). Os resultados indicam que em até dois anos, as empresas pretendem investir principalmente em Inteligência Artificial, Realidade Aumentada e Computação Visual.

Figura 10: Plano de Adoção de Tecnologias de Indústria 4.0 em PME's



Fonte: A Autora (2021)

Além disso, os planos de adoção envolvem tanto desenvolvimento de produtos para o mercado, melhorias internas e também, novos processos, como mudanças no treinamento da equipe com uso de Realidade Aumentada.

“Realidade Aumentada ainda não. Isso eu espero nos próximos 2 anos já tem alguma coisa. É que aí o meu fabricante, eu já tô enchendo o saco deles há 1 ano, pra eles fazerem os treinamento de produto em Realidade Aumentada ou Virtual...”  
(Entrevistado 4)

A jornada de transformação digital é um processo contínuo visando a transformação dos negócios (SCHUH *et al.*, 2017). O interesse das empresas em aprimorar o uso das tecnologias demonstra que o grupo entrevistado compreende a importância da Indústria 4.0 como forma de alavancar o potencial das PME's.

#### 4.4 Inovação em Modelo de Negócios

Considerando os elementos de um MN e sua alta interconexão (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), mudanças em qualquer um dos elementos podem resultar em Inovações no MN, adicionando, combinando ou alterando os recursos, atividades ou elementos chaves do negócio (AMIT; ZOTT, 2012; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Validando a pesquisa de Kiel *et al.* (2017), que traz a adoção de tecnologias como uma possibilidade de Inovar no MN a partir da oferta de novos produtos, serviços ou pacotes de soluções, verificou-se que nos casos estudados, duas empresas são oriundas da inovação de negócios, em que uma PME, ao adotar tecnologia, percebeu a oportunidade de diversificar sua atuação, e para isso buscou sócios para dois novos negócios.

“Então voltei dessa viagem aos Estados Unidos e decidir abrir um braço de software dentro da empresa, e aí foi que eu contratei o João <sup>8</sup> e peguei o Pedro<sup>9</sup>, e coloquei Alpha<sup>10</sup> o Pedro também uma parte do tempo dele para o departamento de software dentro da empresa. Quando eu vi a capacidade, principalmente do João, do que a gente podia criar, eu disse ‘não, esse negócio vai ficar grande! Então vamos fazer o seguinte: em vez de ser um departamento da Alpha, faz muito mais sentido a gente abrir uma outra empresa.’” (Entrevistado 4)

Quando questionadas sobre alterações em seus modelos de negócios, as empresas fornecedoras de tecnologias relacionam as mudanças em relação a mercados atingidos ou na forma de oferta de seus produtos e serviços.

---

<sup>8</sup> Nome alterado para preservar a identidade do respondente

<sup>9</sup> Idem anterior

<sup>10</sup> Nome da empresa alterado para preservar a identidade

“Alterou, do início para cá alterou.... ela alterou porque antes nós não éramos por exemplo plataforma como serviço, e hoje nós somos uma plataforma *easy access*, com certeza nós tivemos que fazer uma pivotada aí de produtos e modelos de negócios nos últimos 2 anos...” (Entrevistado 12)

“Sim, pelo menos 3 vezes eu acho, quando a gente começou a gente achava que a gente ia trabalhar 100% com aluguel de hardware. Depois assim, modelos *SaaS*, o cara não pagava nada, a gente ia lá botava o hardware e o cara já saía usando, depois a gente começou a ver que as grandes empresas tenham vontade de aquisição de bens, elas têm isso até hoje, elas gostam de comprar, eles precisam lançar no balanço que foi comprado” (Entrevistado 15)

Enquanto as empresas usuárias de tecnologias não relatam impactos significativos, apesar de perceberem mudanças na sua estrutura interna e na forma como realizam o trabalho.

“Assim, o modelo de negócios ele não foi significativamente alterado pela adoção da tecnologia tá. Pelo menos num primeiro momento tá, a gente como eu te falei, a gente focou muito o uso de tecnologia pros nossos processos internos, né. Então vamos botar assim, olha o restaurante que virou *delivery* né..., nós não, não teve isso né, não teve o uso da tecnologia para fazer esse... fazer um atendimento online. Claro, algumas coisas melhoraram: a comunicação..., com os clientes facilitou a comunicação, facilitou o acesso à informação, a informação ficou mais disponível, ficou mais assertiva, ficou mais confiável... Isso sim, pros nossos clientes, mas o modelo de negócios ele não..., por enquanto ele não alterou. Então, aquilo que eu fazia em 2010, as peças de borracha que eu fazia em 2010, eu faço hoje ainda. De uma outra forma, mas eu faço ainda, eu entrego peças de borrachas. Eu não posso esquecer que eu sou uma empresa de peças de borracha e eu entrego peças de borracha pro meu cliente.” (Entrevistado 5)

Percebe-se que o entendimento sobre Modelo de Negócios ainda está atrelado aos produtos e serviços da empresa, e sua forma de obter receitas a partir destes. Contudo, quando questionadas sobre a processos de trabalho, são muitos os fatores que são alterados a partir do momento que a empresa inicia a sua jornada digital.

Corroborando Müller et al. (2018), as **mudanças relacionadas a processos de trabalho** envolvem diminuição dos postos de trabalho, novos perfis dos profissionais contratados, aumento da capacidade de entrega, incremento de produtividade, acesso rápido aos dados da operação e novos locais de trabalho, salientando-se que uma das empresas montou uma nova fábrica idealizada a partir do modelo de Indústria 4.0, e outra empresa, de menor tempo de atuação, nasceu a partir da identificação de oportunidades da Indústria 4.0. As PME's também relatam que passaram a ter uma nova atividade: discutir as tecnologias, suas abordagens e seus usos para novos projetos, e que foi desenvolvida uma cultura de inovação, confirmando Kiel et al. (2017), para quem conhecimento e inovação estão atrelados a mudanças nas competências-chaves da empresa. Uma das empresas confirma que já realiza a integração vertical, com a integração de todos os equipamentos permitindo transição da informação em todos os níveis da empresa, já referenciada em Frank et al. (2019) e Lichtblau et al. (2015).

Novos aspectos identificados em relação aos processos de trabalho se referem à (i) terceirização de atividades, visando otimizar o fluxo de trabalho ou mesmo porque não são encontrados recursos pra produção interna. O Entrevistado 15 relata que por falta de tecnologia no país, alguns projetos foram terceirizados com fornecedores chineses. Duas empresas relatam que perceberam a necessidade da (ii) digitalização de processos, pois ainda não consegue ter informação acessível em todas as áreas, e que estão realizando essa mudança. Um dos casos analisados precisou modificar Sistemas de Gestão, sendo identificado como (iii) adoção de novos sistemas de operação e controle, visando garantir a capacidade de análise e processamento dos dados gerados pelos equipamentos. Por fim, as empresas percebem mudança na forma como o trabalho é realizado, (iv) novas atividades e processos de trabalho surgem já que as atividades estritamente operacionais deixam de ser realizadas por pessoas, que passam a se dedicar ao desenvolvimento de projetos e novas estratégias.

Em termos de **mudanças no relacionamento com parceiros e fornecedores**, duas empresas relatam maior integração com seus fornecedores e parceiros. Atendendo a visão de Frank et al. (2019) e Lichtblau (2015) a respeito da integração horizontal, somente um dos casos já demonstra essa busca, mas por possui um relacionamento com empresas de classe mundial:

“(...) o mercado de componentes eletrônicos no mundo é dominado por 3 grandes distribuidores de componentes, tá. Que vendem essas principais marcas. Esses 3 tem..., são mega corporações de multibilhão de dólares, né. Então eles estão super preparados para isso. Os imaturos somos nós! (*risos*) Isso, aí os imaturos somos nós. Então assim, com esses, não quer dizer que seja fácil, dá um bom trabalho fazer essa integração, agora ela gera benefícios fantásticos! Porque a gente começa poder explorar modelos, por exemplo, que o pessoal chama do *BIM - Boulder Inventory Management*, onde passa, tu compartilha o *forecasting*, tu não afirmar teus pedidos, tu compartilha *forecasting* via sistema, tu vai via sistema promovendo um *forecasting* numa intenção de compra, uma intenção de compra numa solicitação de compra, uma solicitação de compra numa ordem firme de compra, e tudo isso via sistema. Agora isso roda, o nosso plano é implementar com esses 3 grandes fornecedores, que respondem aí pelo fornecimento em valor aí, de mais de 50% do nosso estoque de insumos. (Entrevistado 13)

Porém um novo elemento nesse aspecto levantado por três empresas foi a necessidade de novos fornecedores, sendo que um dos casos, a empresa passou a desenvolver a própria tecnologia por não encontrar fornecedores adequados a sua necessidade no mercado.

“A gente ia desenvolver um sistema novo, não tinha quem fazer, a gente ia lá e fazia e depois via que era fácil ter um sistema pronto, que pode ser aplicado numa outra aplicação... Umas coisas assim meio doidas. Mas é que a tecnologia, como ela é muito recente, tudo isso que tu me perguntou, é pouca gente que faz né. Então, ter um fornecedor é tão difícil quanto tu desenvolver *in house*.” (Entrevistado 10)

Chama a atenção que esse processo de desenvolvimento interno não tenha sido listado como uma nova solução ofertada ao mercado, mas permite a empresa desenvolver novos e melhores projetos aos seus clientes.

A redução de custos, relacionada a **mudanças na estrutura financeira**, é o fator mais percebido, sendo citado em sete casos. Müller e Däschle (2018) confirmam que a redução de custos a partir da adoção de tecnologias de Indústria 4.0 traz benefícios, em termos de gerenciamento do estoque, da produção e da redução da complexidade.

“Sim, a gente tem redução nos custos de..., a gente tá conseguindo ver a questão dos refugos, né, das peças que tão sendo refugadas. Ainda também é uma coisa que a gente tá trabalhando para aperfeiçoar, mas a gente já conseguiu ver algumas dores ali, os gargalos que têm na Produção, e a gente conseguiu diminuir esse custo de matéria-prima, custo com tempo também, porque tempo também é um custo.” (Entrevistado 6)

Importante compreender que a redução de custos a partir da adoção de tecnologias pode permitir que a empresa acesse novos mercados, aumentando a sua competitividade, ponto salientado pelo Especialista 1. Portanto, possibilita que a empresa possa inovar na sua atuação. Ainda, as mudanças na estrutura financeira, no relacionamento com parceiros e fornecedores e relacionadas a processos de trabalho estão relacionadas ao componente de **Criação de Valor** do Modelo de Negócios (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011), e mudanças na criação de valor são consideradas inovação em modelo de negócios.

Quanto a **mudanças em produtos ou serviços**, as empresas relatam que a adoção de tecnologias permitiu implementar rastreabilidade em produtos e equipamentos (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019), customizar produtos conforme a demanda dos clientes (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018), adotar o Sistema Produto-Serviço (FRANK *et al.*, 2019), alternado sua oferta de valor através de novidades (AMIT; ZOTT, 2012). Como novos elementos, seis empresas trouxeram o desenvolvimento de novos produtos e seis reconhecem a servitização como uma oportunidade para aumentar a geração de receitas.

“Tem várias coisas que a gente acabou migrando agora então está... tudo isso vem ao encontro da servitização das nossas aplicações, né? A gente é... o nosso objetivo como empresa é a monetização via recorrência, a gente tá conseguindo isso já.” (Entrevistado 1)

Porém, esse processo ainda não se mostra acessível a todos os segmentos da cadeia.

“(…) só que nós temos algo que nos atrapalha um pouco para oferecer o nosso produto com uma solução ou a nossa..., enfim, *hardware as a service*, coisas desse tipo, que é o fato de que nós estamos muito dentro da cadeia *business-to-business*, a gente está muito longe do consumidor.” (Entrevistado 13)

Mas as empresas que implementam Indústria 4.0 demonstram grande interesse no potencial de ampliação da oferta ao mercado. E com isso, aumentar ou criar nova oferta de valor, buscando maior competitividade. Desta forma, a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 permite que as empresas possam inovar a sua **oferta de valor**.

No que tange as alterações em clientes, percebe-se maiores **mudanças no relacionamento com os clientes**. O fator mais citado, por 7 casos, é o acesso a novos mercados. Para Kiel et al. (2017), as empresas podem acessar novo contatos, mas os entrevistados trazem que conseguem também, acessar empresas ou segmentos que não atendiam antes.

“Por exemplo, nesse exato momento nós estamos rodando 4 projetos em simultâneo: um é São Luiz do Maranhão, outro em Santos, um em Pinhalzinho, em Santa Catarina, e o outro é Cunha Porã, que também é em Santa Catarina. Então... daqui, entendei? Eu fui lá uma vez em Santa Catarina, e vou mais uma vez em São Luís e uma vez em Santos. E aí está resolvido. Em outras épocas era impossível.” (Entrevistado 9)

As mudanças na forma de se relacionar com clientes envolvem ainda o desenvolvimento conjunto de soluções, interação facilitada através de comunicação digital, transparência no relacionamento e integração na cadeia de valor do cliente (MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). Este último, salientado pela forma como a empresa busca se integrar em soluções que otimizem os processos de relacionamento com o seu cliente.

“Foi uma ideia que eu apresentei, inclusive foi pra Betha <sup>11</sup> em 2016 para 2017, eu disse: “Ao invés de você me mandarem um PDF com o pedido de compra, que sabe vocês não mandam um arquivo pra gente já fazer..., já gerar o pedido dentro do nosso sistema né. Ou melhor, vocês podiam acessar nosso sistema e colocar um pedido”, é... de alguma forma né, automatizar isso aí..., e eles rodam uma rotina que já..., o arquivo já vem, já podia ter acontecido isso, aí tem o ERP já roda as rotinas pra mandar pros subfornecedores..., mas aí eles disseram que por enquanto não queria mexer nisso né, agora eles fizeram uma troca de sistema, eles vão tentar avançar nisso aí. Mas eu vejo que ainda há... porque é muita diferença tecnológica! É muita diferença, muita diferença! Entre os vários atores da cadeia tem muita diferença. Sabe, eu acho que vai levar um tempinho ainda, pelo menos no meu segmento né.” (Entrevistado 5)

Mesmo que o processo sugerido ainda não tenha sido implementado, o trecho demonstra que as PME's tem entendimento sobre as possibilidades que a tecnologia traz e como podem incrementar em ganhos ao otimizar processos e facilitar a comunicação.

Outro fator importante é a intensificação do relacionamento, relatado por três empresas. Confirmando Kiel et al. (2017), a adoção de tecnologias faz com que as empresas consigam ter maior tempo de permanência com seus clientes. Nas empresas entrevistas, isso se reflete em renovação de projetos ou sequência de trabalhos realizados com o mesmo cliente.

---

<sup>11</sup> Nome da empresa alterado para preservar a identidade dos casos

“Sim, todos os clientes que a gente tem hoje, acho que não tem um cliente que só tenha um projeto com a gente, todos eles tem uma tendência de cada vez fechar mais.” (Entrevistado 15)

“Quando a gente entra no cliente assim, a gente conversando, a busca informações de várias dores do cliente. Normalmente a gente vai pra resolver uma ou duas. Então quando a gente entra, a gente acaba tendo a visão de várias coisas que a gente pode ajudar, e aí a gente vai, conforme a gente vai evoluindo e entregando projetos para ele, a gente vai apresentando novas soluções né, então acaba abrindo a possibilidade de oferecer outros produtos, ou projetos né, produtos que não estão prontos, mais a gente tem a capacidade de desenvolver e entregar ele, porque a gente faz isso e consegue fazer né.” (Entrevistado 12)

Um novo fato trazido pelos entrevistados refere-se ao ganho de imagem obtido ao se tornar uma empresa que adotante de Indústria 4.0, pois passam a ser percebidos de outra forma pelo mercado, facilitando o acesso a clientes e o fechamento de negócios.

“(…) tem sido muito mais do tema imagem. No de tema Marketing, isso a gente tem dado visibilidade disso a nossos clientes, e isso tem assim, como ‘cochicharam’ no teu ouvido aí que a Alpha <sup>12</sup> faz algumas coisas diferentes indústria 4.0, a gente cochicha no ouvido dos clientes também e isso tem gerado ganho, um ganho de imagem.” (Entrevistado 13)

Com melhor percepção de imagem no mercado, as empresas também relatam **mudanças nos segmentos de clientes**. Confirmando as pesquisas de Kiel et al. (2017) e Müller et al. (2018), as empresas conseguem tanto aumentar a demanda dos clientes atuais como atingir novos clientes.

“Querendo ou não, tu já vê pela procura do serviço aumentando, né. E também pelo que o próprio cliente diz pra nós, né, que tá melhor, tá dando elogios, né. Então pelo elogio do pessoal tu vê que influenciou lá no produto final. Esse feedback do cliente.” (Entrevistado 7)

A ampliação da base de clientes impulsiona o crescimento das PME’s, mesmo no contexto pandêmico.

“Novos clientes isso é evidente, mesmo na pandemia, que nós ficamos mais reclusos, nos facilitou muito! Em vez de termos queda de rendimento, muito pelo contrário, crescemos 100% em plena pandemia, 120%.” (Entrevistado 9)

Percebe-se que a adoção de tecnologias nas PME’s garante maior capacidade de enfrentar cenários de crises, garantindo sustentabilidade financeira aos negócios. As empresas conseguem mais facilmente manter suas operações e ainda, gerar novas oportunidades.

Por fim, as mudanças na estrutura de receitas das PME’s são percebidas em termos de aumento de faturamento, gerado pelos novos produtos ofertado ou pelos novos negócios gerados, “*de 2018 para 2019 a gente cresceu 175%, que foi um momento que a gente lançou novos produtos no mercado e começou a faturar em cima deles né.*” (Entrevistado 15). Mas

---

<sup>12</sup> Nome alterado para preservar a identidade das empresas



também demonstram mudança na forma de pagamento, através do aumento nos modelos de pagamento por assinatura, por uso e por configuração, confirmando Kiel et al. (2017) e Müller et al. (2018).

“Nós vendíamos a licença de software, era uma licença e nós cobrávamos uma manutenção anual, de 12 a 15% sobre o valor da licença. Quando nós começamos lá em 2012 a vender, faz 8 anos, começamos a vender *Software as a service*, então, mensalidade. Tu paga pela utilização da ferramenta. No começo, muita restrição, muita, muita. Mas aos poucos, isso foi mais aceito no mercado. Então hoje, o nosso modo de cobrança, é 100% *Software as a service*. Então, isso nos gera também facilidade de ter receita recorrente, então a gente sabe o fluxo como é que tava, e como é que tá ao longo dos 12 anos.” (Entrevistado 9)

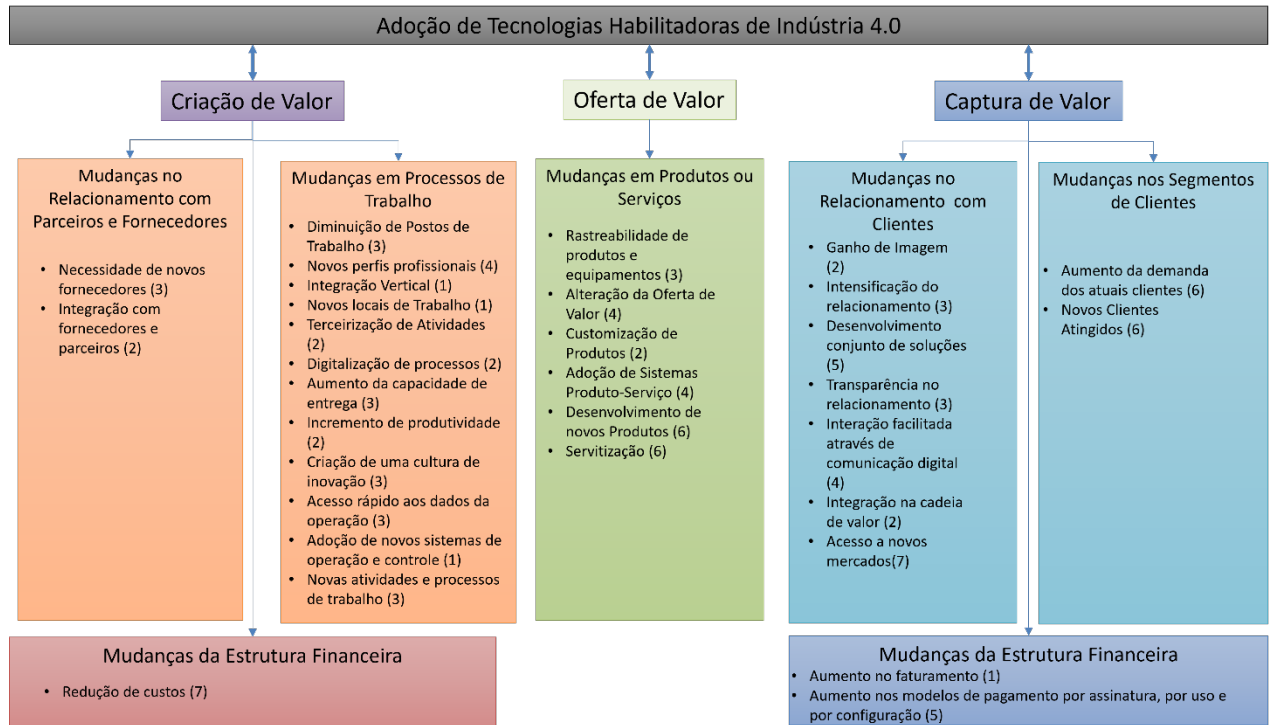
A partir do momento que são identificadas mudanças no relacionamento e segmento de clientes, bem como na estrutura de receitas, percebe-se que há alteração na forma como a empresa **captura valor do mercado**.

Portanto, a adoção de tecnologias em PME's acarreta em mudanças significativas nos elementos do seu MN, que podem alterar as formas como ela cria, oferta e captura valor do mercado. Atente-se que a tecnologia, mesmo para empresas fornecedoras, é um meio e não um fim. A mudança no MN está também relacionada a forma como a empresa utiliza os recursos e se posiciona no mercado.

“Sinceramente acho que isso é comercial, não depende de tecnologia. Acho que depende das pessoas que trabalham ali. Tu pode atender muito bem teus clientes e vender muito com um caderninho, tá. Acho que a tecnologia é uma ferramenta, não é o fato de eu usar uma..., obviamente, se eu fizer furo a mão e seu eu fizer furo com uma furadeira, eu vou furar pelo menos mais rápido, e até melhor com uma furadeira, mas a pecinha que segura a furadeira ou a mão, ou é elétrica, faz muita diferença.” (Entrevistado 10)

Como forma de resumir o capítulo e listar os fatores modificados no MN, apresenta-se a Figura 11.

Figura 11: Efeitos da Adoção de Indústria 4.0 no MN das PME's



Fonte: A Autora (2021)

Ainda, é importante ressaltar que pelo perfil dos casos entrevistados, não foi estabelecida uma relação que permita avaliar se há elementos do MN que são alterados primeiro que outros. Considerando que as empresas entrevistadas contemplam usuárias e usuárias-fornecedoras, não foi avaliado as diferenças no processo de adoção de cada caso.

#### 4.5 Discussão dos resultados

A implantação da Indústria 4.0 é uma questão estratégica, pois vai além de melhorar produtos ou processos existentes. Por meio de tecnologias digitais, as empresas têm a oportunidade de desenvolver modelos de negócios totalmente novos (LICHTBLAU *et al.*, 2015). No presente trabalho, verificou-se que as PME's brasileiras percebem a importância da Indústria 4.0 como fator de inovação e competitividade dos negócios, mas que ainda existem barreiras a serem superadas para que as empresas possam cumprir a sua jornada digital.

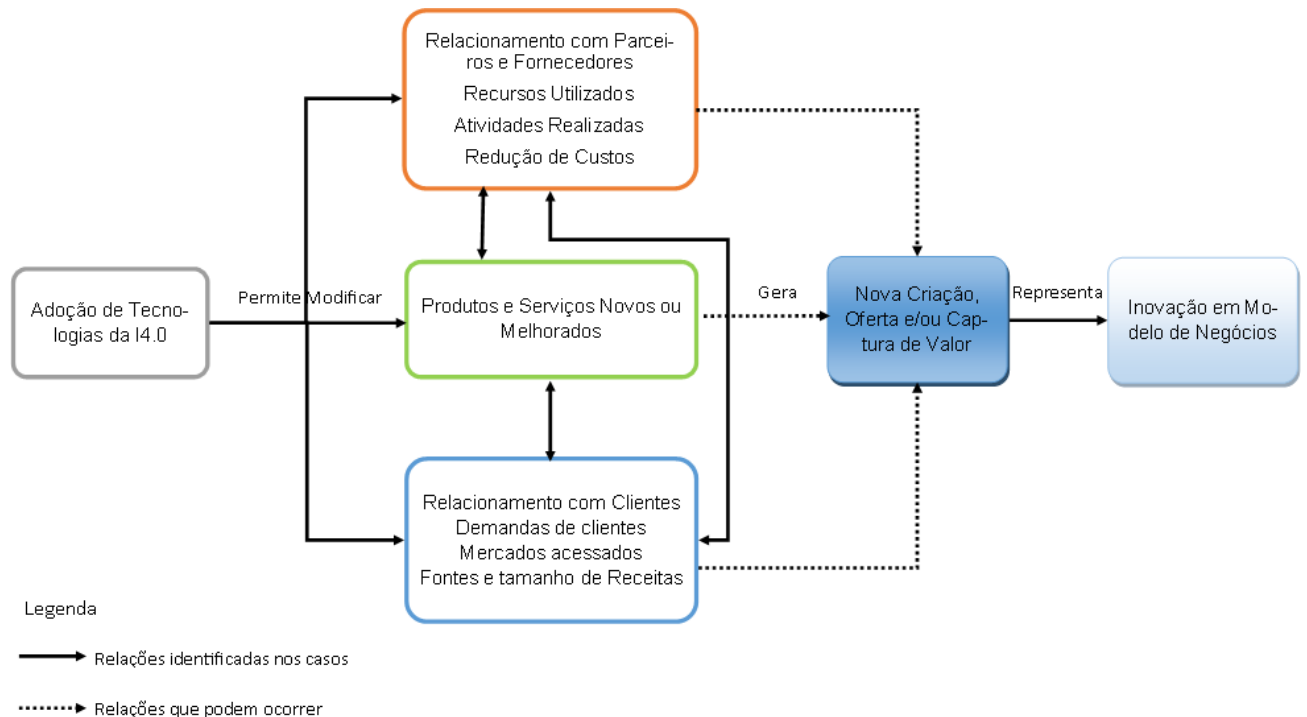
O desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil envolve desafios em diferentes aspectos (NATIONAL CONFEDERATION OF INDUSTRY, 2016). A partir das barreiras já identificadas na literatura em relação a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 (BIENHAUS; HADDUD, 2018; HORVÁTH; SZABÓ, 2019; MITTAL *et al.*, 2018; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018; RAJ *et al.*, 2020), a presente pesquisa organizou as barreiras em seis grupos

distintos, a saber: (i) infraestrutura e processos internos, (ii) capacitação e engajamento, (iii) estratégia e cultura organizacional, (iv) rede de colaboração, (v) viabilidade financeira e (vi) ambiente externo. Foram confirmadas 16 barreiras relatadas na literatura, enquanto 9 novas barreiras foram identificadas. Demonstra-se dessa forma, que PME's brasileiras possuem barreiras específicas a serem superadas para iniciar sua jornada digital.

Por outro lado, o impulso tecnológico permite o desenvolvimento de novos produtos e serviços (LASI *et al.*, 2014), gerando melhoria significativa no desempenho da empresa (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017). Assim, os fatores facilitadores de adoção de tecnologia representam os aspectos que encorajam as empresas a implementarem essa abordagem (HORVÁTH; SZABÓ, 2019). Neste trabalho, foram confirmados dez facilitadores já identificados pela literatura, propondo novas definições para dois deles, a fim de contemplar as especificidades das PME's. Os resultados também apresentaram nove novos facilitadores. Percebe-se então que há possibilidades de estimular mais empresas a desenvolverem suas estratégias de adoção de novas tecnologias através dos ganhos e resultados já apresentados.

Os impactos da Indústria 4.0 nos Modelos de Negócios são tratados em contextos de grandes empresas (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017), analisando aspectos específicos como servitização (FRANK *et al.*, 2019) ou em países desenvolvidos (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; MÜLLER; BULIGA; VOIGT, 2018). A revisão de literatura demonstrou que a adoção de tecnologias por PME's possibilitam a adaptação do modelo de negócios existente ou desenvolver novos (MÜLLER; DÄSCHLE, 2018), o que permitiu criar o Pressuposto de Pesquisa, apresentado no referencial teórico. Os resultados indicaram um relacionamento diferente entre a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 por PME's e as dimensões de criação, oferta e captura de valor do Modelo de Negócios do que aquele proposto a partir da literatura. A figura apresenta os resultados.

Figura 12: Achados



Fonte: A Autora (2021)

Considerando que o grupo de empresas entrevistadas contempla usuárias e fornecedoras de tecnologia de Indústria 4.0, a adoção de tecnologias pode ocorrer nos recursos produtivos, diretamente nos produtos ou serviços ou ainda por demanda dos clientes ou relacionamentos com fornecedores, não sendo possível identificar se há diferenças de adoção entre usuárias e fornecedoras. Contudo, percebe-se que, a partir do momento que a empresa implementa novas tecnologias, outros elementos do MN são alterados, tais como: (i) a necessidade de desenvolver novos produtos leva a empresa a buscar novos fornecedores, (ii) o desenvolvimento de novos produtos possibilita aumentar a demanda dos clientes atuais e conquistar novos clientes, (iii) a implementação de novos equipamentos ou a modificação das atividades permite redução nos custos operacionais. Quando atinge a redução de custos, a empresa pode acessar novos mercados e explorar novas oportunidades comerciais. Essas relações são demonstradas pelas setas contínuas.

Já as setas pontilhadas representam as possíveis alterações nas dimensões do MN. Mudanças em Relacionamento com Parceiros e Fornecedores, Recursos Utilizados, Atividades Realizadas ou na Estrutura de Custos refletem em mudanças na Criação de Valor (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Quando a empresa modifica sua forma de criar valor, está inovando em seu modelo de negócios (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017; MÜLLER;

BULIGA; VOIGT, 2018). Saliente-se que as empresas usuárias de tecnologia e que adotam a Indústria 4.0 no seu processo produtivo são as que percebem redução de custos, ganhos em eficiência e estão buscando a integração de informações com seus fornecedores. Contudo, não identificam esses fatores como IMN, e quando questionadas se a adoção de tecnologias permitiu mudanças no MN, alegam que não. Para os entrevistados a mudança no MN ocorre quando passa a ser percebida pelo mercado, ou seja, nas dimensões de oferta e captura de valor.

Quando ofertam novos produtos ou serviços ou mesmo quando promovem melhorias significativas no seu portfólio, as empresas promovem uma nova oferta de valor, enquanto as mudanças relacionadas a forma de relacionamento com clientes, segmentos de clientes atendidos e estrutura de receitas geram nova captura de valor (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Nos casos entrevistados, não foi percebida mudanças em relação aos canais de distribuição.

As PME's demonstram que estão inovando os seus modelos a partir da adoção de tecnologias de Indústria 4.0, mesmo que algumas não tenham clareza das dimensões de seu MN que estão sendo impactadas. Dentre os casos entrevistados foi percebida a mudança de local para implementação de uma fábrica 4.0, o surgimento de duas novas empresas a partir do relacionamento de uma empresa com seus fornecedores, além de empresas que revisitaram seus MN mais de uma vez para contemplar novos modelos de pagamento e relacionamento com seus fornecedores. Assim, buscam manterem-se competitivas a partir da reflexão estratégica e inovação (KIEL; ARNOLD; VOIGT, 2017).

Finalmente, os efeitos da adoção de tecnologias da Indústria 4.0 nas PME's são percebidos nas três dimensões relacionadas à inovação, não necessariamente ao mesmo tempo confirmando os estudos de Kiel et al (2017) e Müller et al. (2018), tanto em empresas usuárias quanto fornecedoras de tecnologia. No entanto, para as empresas usuárias, a percepção é de que o ganho pela adoção é apenas em termos de produtividade e controle de gestão. As mudanças que não impactam em aumento de receitas não são percebidas como IMN pelos empresários.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste estudo, para realizar fechamento da proposta de pesquisa e verificar que a presente pesquisa cumpriu sua finalidade, será retornado a problemática que lhe deu origem. Buscou-se responder como a adoção de tecnologias de Indústria 4.0 por pequenas e médias empresas modificam seus modelos de negócios. Para isso, foram realizadas entrevistas com seis Especialistas e representantes de doze empresas (num total de quinze entrevistas) a fim de analisar os efeitos da adoção de tecnologias da Indústria 4.0 na inovação em modelo de negócios de pequenas e médias empresas.

Foi possível identificar que as PME's adotam tecnologias de maneira distintas, seja no seu processo produtivo ou como fornecedoras de tecnologias de Indústria 4.0, pela ampla possibilidade de atuações que a jornada digital contempla. Identificando as tecnologias utilizadas, percebe-se que as empresas implementam e tem planos de ampliar a utilização de tecnologias, indicando a aceitação as novidades e inovações que a tecnologia permite. As barreiras enfrentadas pelas PME's incluem diferentes aspectos e precisam ser conhecidas para serem gerenciadas. Ademais, os fatores facilitadores que são específicos para PME's podem ser melhor fortalecidos a fim de estimular que outras empresas iniciem a sua jornada digital.

A adoção de tecnologias permite que a PME's possam modificar uma ou mais dimensões do seu MN, conforme sua forma de adoção e de uso das tecnologias. Os impactos em termos de estrutura financeira, fator crucial para que as empresas decidam quando e quais tecnologias serão utilizadas, podem ser percebidos tanto em termos de redução de custos quanto de aumento de receitas. Dessa forma, o investimento em tecnologia traz retornos e consegue se pagar, mas a dificuldade enfrentada pelas PME's está em como estimar e qual o *payback* do investimento, visto que possuem recursos limitados e menor capacidade de investimento para absorver essa despesa até que traga o retorno esperado.

Como contribuições teóricas, este estudo amplia a discussão sobre adoção de tecnologias de Indústria 4.0, abordando o tema em PME's de um país em desenvolvimento. Essa discussão contribui para compreender o impacto do contexto econômico-social no processo de adoção tecnológica. Também apresenta uma revisão sobre as barreiras sob a ótica de PME's. Além disso, oferece uma visão ampliada a respeito dos facilitadores, aspecto ainda pouco abordado da literatura. Se por um lado existem desafios significativos a serem enfrentados, existem caminhos que incentivam e contribuem para uma jornada digital mais

assertiva, ponto importante para empresas que possuem menor acesso a recursos financeiros e de infraestrutura.

Já as contribuições gerenciais envolvem ofertar para as empresas uma representação sobre os impactos positivos da adoção de tecnologia no seu MN. A pesquisa permite demonstrar para as empresas quais os efeitos da adoção de tecnologias nas três dimensões de valor de um MN, indicando aos gestores as potencialidades da inovação tecnológica. Além disso, ao apresentar as tecnologias mais utilizadas e os planos para implementação de novas tecnologias, contribui-se para que os gestores possam estabelecer seu próprio *roadmap* de inovação, atentos aos movimentos e tendências do mercado. Também é possível que as empresas comparem o seu desenvolvimento tecnológico em relação às empresas entrevistadas, para que avaliem sua competitividade em relação ao grupo analisado.

Por ter sua fase de coleta ocorrida no ano de 2020, essa pesquisa encontrou muitas limitações, relacionadas em primeiro lugar, ao impacto econômico da pandemia de COVID-19. A interrupção de atividades industriais afetou muitas empresas que poderiam ser parte desse estudo, alguns projetos de desenvolvimento e apoio industrial que seriam fonte de casos foram cancelados, impossibilitando o acesso as empresas. Em segundo lugar, a falta de casos em empresas de manufatura, que são empresas usuárias de Indústria 4.0; para contornar esse problema, o estudo foi ampliado para empresas usuárias-fornecedoras. Em terceiro lugar, dada a estrutura enxuta de pessoal, em muitas empresas a entrevista foi realizada apenas com um representante, o sócio proprietário que é a pessoa responsável pela tomada de decisão e definição estratégica. A partir do contato com o segmento, foi possível perceber que são poucas as PME's que contam com uma equipe que contemple Gestores em diferentes áreas. E por fim, o isolamento social impediu que as entrevistas fossem feitas de maneira presencial. Assim, a visitação e observação local, que são importantes fontes de dados, não foram contempladas nesse estudo, que teve todas as entrevistas realizadas remotamente.

Para estudos futuros, sugere-se ampliar o debate sobre o impacto da Indústria 4.0 através de um estudo comparativo entre empresas usuárias e empresas fornecedoras de tecnologia, a fim de avaliar se existem diferenças significativas entre os casos. Também há espaço para avaliar o impacto de políticas de incentivo locais à Adoção de Tecnologias, bem como para um estudo quantitativo a fim de validar se as barreiras e os facilitadores identificados são percebidos em uma amostra significativa de PME's. No presente estudo, fica claro o fortalecimento da Rede de Apoio como fundamental para apoiar as PME's na sua jornada digital. Por fim, um estudo longitudinal, acompanhando o desenvolvimento de empresas que

iniciam a sua jornada digital e os impactos percebidos nos elementos do seu MN pode trazer reflexões importantes.



## REFERÊNCIAS

- AMIT, Raphael; ZOTT, Christoph. Creating value through business model innovation. **MIT Sloan Management Review**, [s. l.], v. 53, n. 3, p. 41–49, 2012.
- ARNOLD, Christian; KIEL, Daniel; VOIGT, Kai Ingo. How the industrial internet of things changes business models in different manufacturing industries. **International Journal of Innovation Management**, [s. l.], v. 20, n. 8, p. 1–25, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1142/S1363919616400156>
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BESSANT, John; TIDD, Joe. O imperativo da inovação. *In*: INOVAÇÃO E EMPREENDEDORISMO. Porto Alegre: Bookman, 2009. p. 19–48.
- BIENHAUS, Florian; HADDUD, Abubaker. Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains. **Business Process Management Journal**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 965–984, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2017-0139>
- BOGOVIZ, Aleksei V. *et al.* Comparative analysis of formation of industry 4.0 in developed and developing countries. **Studies in Systems, Decision and Control**, [s. l.], v. 169, p. 155–164, 2019. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_15)
- BOUWMAN, Harry; NIKOU, Shahrokh; DE REUVER, Mark. Digitalization, business models, and SMEs: How do business model innovation practices improve performance of digitalizing SMEs? **Telecommunications Policy**, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 101828, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2019.101828>
- BRASIL. AGÊNCIA BNDES DE NOTÍCIAS. **Qual é a Relação Entre Porte de Empresa e Emprego no Brasil?** 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/Qual-e-a-relacao-entre-porte-de-empresa-e-emprego-no-Brasil/>. Acesso em: 21 abr. 2021.
- BRINK, Tove. SME routes for innovation collaboration with larger enterprises. **Industrial Marketing Management**, [s. l.], v. 64, n. 2017, p. 122–134, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.01.010>
- CHESBROUGH, Henry. Business model innovation: Opportunities and barriers. **Long Range Planning**, [s. l.], v. 43, n. 2–3, p. 354–363, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.010>
- CHESBROUGH, Henry W. The era of open innovation. **MIT Sloan Management Review**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 35–41, 2003.

- CHESBROUGH, Henry W.; ROSENBLOOM, Richard S. The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. **Industrial and Corporate Change**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 529–555, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icc/11.3.529>
- CLAUSS, Thomas. Measuring business model innovation: conceptualization, scale development, and proof of performance. **R and D Management**, [s. l.], v. 47, n. 3, p. 385–403, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/radm.12186>
- DALENOGARE, Lucas Santos *et al.* The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, [s. l.], v. 204, n. December 2017, p. 383–394, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>
- DALMARCO, Gustavo; BARROS, Ana Cristina. Adoption of industry 4.0 technologies in supply chains. In: MOREIRA, Antônio Carizzo; FERREIRA, Luís Miguel D.F.; ZIMMERMANN, Ricardo A. (org.). **Innovation and Supply Chain Management: Relationship, Collaboration and Strategies**. [S. l.]: Springer, 2018. v. 0, p. 303–319. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-74304-2\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-74304-2_14)
- DEMIL, Benoît *et al.* Introduction To The SEJ Special Issue On Business Models: Business Models Within The Domain Of Strategic Entrepreneurship. **Strategic Entrepreneurship Journal**, [s. l.], v. 9, p. 1–11, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sej>
- FLICK, Uwe. Entrevistas, Narrativas, Grupos Focais, Observação e Etnografia.pdf. In: INTRODUÇÃO À PESQUISA QUALITATIVA. 3ª ed.ed. Porto alegre: Artmed, Bookman, 2009a.
- FLICK, Uwe. Flick - Entrevistas.pdf. In: INTRODUÇÃO À PESQUISA QUALITATIVA. 3ªed. Porto alegre: Artmed, Bookman, 2009b.
- FOSS, Nicolai J.; SAEBI, Tina. Fifteen Years of Research on Business Model Innovation: How Far Have We Come, and Where Should We Go? **Journal of Management**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 200–227, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0149206316675927>
- FRANK, Alejandro Germán *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**, [s. l.], v. 141, n. July 2018, p. 341–351, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
- FRANK, Alejandro Germán; DALENOGARE, Lucas Santos; AYALA, Néstor Fabián. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, [s. l.], v. 210, p. 15–26, 2019. Disponível

em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>

GEISSDOERFER, Martin; VLADIMIROVA, Doroteya; EVANS, Steve. Sustainable business model innovation: A review. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 198, p. 401–416, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.240>

GIFFI, Craig A. Global Manufacturing Competitiveness Index. **Deloitte**, [s. l.], p. 40, 2013.

GIOIA, Dennis A.; CORLEY, Kevin G.; HAMILTON, Aimee L. Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology. **Organizational Research Methods**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 15–31, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1094428112452151>. Acesso em: 28 abr. 2020.

GUIMARÃES, Andréa Bastos da S.; CARVALHO, Kátia C. Medeiros De; PAIXÃO, Luiz Andrés Ribeiro. MICRO, PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS: CONCEITOS E ESTATÍSTICAS. **Radar : tecnologia, produção e comércio exterior**, Brasília, p. 21–26, 2018. Disponível em: <https://goo.gl/7vojjw>. Acesso em: 21 abr. 2021.

HORVÁTH, Dóra; SZABÓ, Roland Zs. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?

**Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 146, p. 119–132, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021>. Acesso em: 4 jan. 2021.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Germany - INDUSTRIE 4.0. **Final report of the Industrie 4.0 WG**, [s. l.], n. April, p. 82, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1205.8966>

KELLE, Udo; ERZBERGER, Christian. Qualitative and Quantitative Methods: not in Opposition.pdf. *In: A COMPANION TO QUALITATIVE RESEARCH*. [S. l.]: Sage, 2004. p. 173–177.

KHAYER, Abul *et al.* Cloud computing adoption and its impact on SMEs' performance for cloud supported operations: A dual-stage analytical approach. **Technology in Society**, [s. l.], v. 60, p. 101225, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101225>

KIEL, Daniel; ARNOLD, Christian; VOIGT, Kai Ingo. The influence of the Industrial Internet of Things on business models of established manufacturing companies – A business level perspective. **Technovation**, [s. l.], v. 68, n. September, p. 4–19, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2017.09.003>

LASI, Heiner *et al.* Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 239–242, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>

LEMNEN, Seppo *et al.* Industrial internet of things business models in the machine-to-machine context. **Industrial Marketing Management**, [s. l.], n. August, p. 0–1, 2019.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.08.008>

LEPORE, Dominique; SPIGARELLI, Francesca. Integrating Industry 4.0 plans into regional innovation strategies. **Local Economy**, [s. l.], v. 35, p. 496–510, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0269094220937452>

LIAO, Yongxin *et al.* Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, [s. l.], v. 55, n. 12, p. 3609–3629, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>

LICHTBLAU, Karl *et al.* **IMPULSIndustrie 4.0 Readness**. Aachen: [s. n.], 2015.

Disponível em: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-6819.2010.02.038>.

LIN, Boqiang; WU, Wei; SONG, Malin. Industry 4.0: driving factors and impacts on firm's performance: an empirical study on China's manufacturing industry. **ANNALS OF OPERATIONS RESEARCH**, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03433-6>

LIN, Danping *et al.* Strategic response to Industry 4.0: an empirical investigation on the Chinese automotive industry. **Industrial Management and Data Systems**, [s. l.], v. 118, n. 3, p. 589–605, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2017-0403>

LOVE, James H.; ROPER, Stephen. SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence. **International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 28–48, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0266242614550190>

MATZLER, Kurt *et al.* The crusade of digital disruption. **Journal of Business Strategy**, [s. l.], v. 39, n. 6, p. 13–20, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/JBS-12-2017-0187>

MITTAL, Sameer *et al.* **A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs)**. [S. l.]: Elsevier B.V., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.10.005>

MORRIS, Michael; SCHINDEHUTTE, Minet; ALLEN, Jeffrey. The entrepreneur's business model: Toward a unified perspective. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 58, n. 6, p. 726–735, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.11.001>

MÜLLER, Julian Marius; BULIGA, Oana; VOIGT, Kai Ingo. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 132, n. January, p. 2–17, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>

MÜLLER, Julian Marius; DÄSCHLE, Simon. Business model innovation of industry 4.0 solution providers towards customer process innovation. **Processes**, [s. l.], v. 6, n. 12, p. 1–20, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/pr6120260>

NATIONAL CONFEDERATION OF INDUSTRY, CNI. **Challenges for industry 4.0 in Brazil**. Brasilia: [s. n.], 2016. Disponível em:

[http://www.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/49/e5/49e5c28d-5bdc-4ea2-ba3c-a11481e1b4a1/challenges\\_for\\_industry\\_40\\_in\\_brazil.pdf](http://www.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/49/e5/49e5c28d-5bdc-4ea2-ba3c-a11481e1b4a1/challenges_for_industry_40_in_brazil.pdf).

NOY, Chaim. Sampling knowledge: The hermeneutics of snowball sampling in qualitative research. **International Journal of Social Research Methodology**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 327–344, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13645570701401305>. Acesso em: 18 jun. 2021.

OECD/EUROSTAT. **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities**. 4th Edition. Luxembourg: Paris/Eurostat, 2018a. ISSN 9264013083 9789264013087. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>. Acesso em: 15 abr. 2020.

OECD/EUROSTAT. **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation**. 4th Edition. Luxembourg: Paris/Eurostat, 2018b. ISSN 9264013083 9789264013087. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business Model Generation: A handbook for visionaries, game changers and challengers**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011. ISSN 1993-8233.

OZTEMEL, Ercan; GURSEV, Samet. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, [s. l.], n. January, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>

PINTEC. **Pesquisa de Inovação**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2014.

RAJ, Alok *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**, [s. l.], v. 224, n. October 2019, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>

RAMANI, Shyama V.; THUTUPALLI, Ajay; URIAS, Eduardo. High-value hi-tech product introduction in emerging countries: The role and construction of legitimacy. **Qualitative Market Research**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 208–225, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/QMR-01-2017-0034>

ROGERS, Everett M; EVERETT, M. **DIFFUSION OF Third Edition**. 3rd ed.ed. New York: The Free Press, 1972.

ROSENBUSCH, Nina; BRINCKMANN, Jan; BAUSCH, Andreas. Is innovation always

- beneficial? A meta-analysis of the relationship between innovation and performance in SMEs. **Journal of Business Venturing**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 441–457, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2009.12.002>
- SAFAR, Leos *et al.* Concept of SME business model for industry 4.0 environment. **TEM Journal**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 626–637, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18421/TEM73-20>
- SAUCEDO-MARTÍNEZ, Jania Astrid *et al.* Industry 4.0 framework for management and operations: a review. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 789–801, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12652-017-0533-1>
- SCHNEIDER, Paul. **Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for a nascent field**. [S. l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2018. ISSN 18636691.v. 12 Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11846-018-0283-2>
- SCHUH, Günther *et al.* **Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY)** Herbert Utz Verlag. Munich: [s. n.], 2017.
- SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. **Procedia CIRP**, [s. l.], v. 52, p. 161–166, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.040>
- SEBRAE. **Análise do CAGED**. Brasília: [s. n.], 2019.
- SOTO-ACOSTA, Pedro; POPA, Simona; PALACIOS-MARQUÉS, Daniel. E-business, organizational innovation and firm performance in manufacturing SMEs: an empirical study in Spain. **Technological and Economic Development of Economy**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 885–904, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3846/20294913.2015.1074126>
- STRAUSS, Anselm; CORBIN, Juliet. 2008 Strauss.pdf. *In*: PESQUISA QUALITATIVA: TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE TEORIA FUNDAMENTADA. 2ª eded. [S. l.]: Artmed, 2008. p. 17–62.
- TEECE, David J. Reflections on “Profiting from Innovation”. **Research Policy**, [s. l.], v. 35, n. 8 SPEC. ISS., p. 1131–1146, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.09.009>
- TORTORELLA, Guilherme Luz; FETTERMANN, Diego. Implementation of industry 4.0 and lean production in brazilian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, [s. l.], v. 56, n. 8, p. 2975–2987, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1391420>
- TRIMI, Silvana; BERBEGAL-MIRABENT, Jasmina. Business model innovation in

- entrepreneurship. **International Entrepreneurship and Management Journal**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 449–465, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11365-012-0234-3>
- VERBANO, Chiara; CREMA, Maria. Linking technology innovation strategy, intellectual capital and technology innovation performance in manufacturing SMEs. **Technology Analysis and Strategic Management**, [s. l.], v. 28, n. 5, p. 524–540, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.11117066>
- WATERS, Jaime. Snowball sampling: a cautionary tale involving a study of older drug users. **International Journal of Social Research Methodology**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 367–380, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13645579.2014.953316>
- YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZOTT, Christoph; AMIT, Raphael. Business model design and the performance of entrepreneurial firms. **Organization Science**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 181–199, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1287/orsc.1060.0232>

## **APÊNDICE A – Roteiro De Entrevista Com Especialistas**

- a) Descreva como sua atividade hoje se relaciona com a adoção de tecnologias e inovação em PME's?
- b) Qual a importância das PME's brasileiras adotarem tecnologias da Indústria 4.0?
- c) Existe(m) setor(es) em que a adoção de tecnologias da Indústria 4.0 é destaque em relação aos demais? Qual(is) e por quê?
- d) Quais as principais dificuldades as PME's enfrentam para implementarem novas tecnologias nos seus processos produtivos?
- e) Quais fatores incentivam os empresários a adotarem tecnologias habilitadoras de Indústria 4.0?
- f) Quais são os impactos no modelo de negócios que as PME's mais rapidamente pode perceber ao adotar tecnologias de indústria 4.0?
- g) Baseado no BMC, como as PME's podem alterar os seguintes elementos com o uso de tecnologias de indústria 4.0:
  - Produtos ou serviços
  - Atividades internas, relações com fornecedores e estrutura de custos
  - Segmento de mercado atendidos, relacionamento com cliente e fontes de receita



## APÊNDICE B – Roteiro De Entrevistas Dos Casos

Projeto: Inovação em Modelo de Negócios Através do uso de Tecnologias da Indústria 4.0

Pesquisador: Raquel Fassini

Orientador: Profª. Dra. Ana Clarissa Matte Zanardo dos Santos

### Definições:

Indústria 4.0 é o termo para definir a utilização intensiva de conectividade entre máquinas, produtos e sistemas inteligentes e soluções inter-relacionadas, que também pode ser reconhecida como Indústrias Inteligentes (II)

#### Parte 1 – Identificação

- 1) Conte sobre sua formação (escolaridade) e sua trajetória profissional
- 2) Qual sua função dentro da empresa? Por favor, explique há quanto tempo está nesta função, suas responsabilidades e quais áreas abrange:
- 3) Há quanto tempo trabalha na empresa?

#### Parte 2 – Adoção de Tecnologias relacionadas ao conceito de Indústria 4.0

- 4) Por que sua empresa adotou ou adotará tecnologias relacionadas à I4.0?
- 5) Em quanto tempo você acredita que sua empresa implementará tecnologias relacionadas à Indústria 4.0?
  - a. Curto prazo – até 2 anos
  - b. Médio prazo – mais de 2 e menos de 5 anos
  - c. Longo – Acima de 5 anos
  - d. Irrelevante
- 6) Quais são os desafios que você percebe que as PME's enfrentam para adotar a Indústria 4.0? Por quê?<sup>13</sup>
- 7) Quais são as maiores influências ou motivadores para uma PME adotar a Indústria 4.0?
- 8) Das tecnologias listadas a seguir, quais sua empresa já utiliza e/ou pretende utilizar?

---

<sup>13</sup> Na questão 5, avaliar se o respondente traz questões referentes a: baixa padronização de processos; demandas individualizadas dos clientes; tamanho pequeno dos lotes de produção e/ou custos e esforços de implementação

Tecnologia	Já Usa	Usará em Curto prazo	Usará em Médio Prazo	Usará em Longo Prazo	Não pretende utilizar
Simulação Computacional					
ERP					
Industrial Internet of Things (IIoT)					
Comunicação M2M					
Inteligência Artificial					
Robôs Inteligentes					
Computação em nuvem					
Realidade aumentada					
Big Data e Análise de dados					
Segurança Cibernética					
Sistemas Ciberfísicos					

- 9) A adoção de tecnologias alterou forma de produção?
- 10) Como a adoção de tecnologias modificou ou modificará seus produtos ou serviços?
- 11) Como a adoção de tecnologias modificou a forma como a empresa se relaciona com seus clientes?
- 12) A adoção de tecnologias permitiu mudanças nos custos ou ampliação de receitas?
- 13) Como seus Clientes e Fornecedores adotam tecnologias relacionadas à I 4.0?

Parte 3 – Impacto da Indústria 4.0 na IMN

- 14) Você acredita que a adoção tecnologias relacionadas à I 4.0 podem permitir à sua empresa atingir novos cliente ou aumentar a demanda dos clientes atuais?
- 15) Você acredita que a adoção de tecnologias de I 4.0 alterou seu modelo de negócios?
- 16) Gostaria de fazer comentários adicionais?

## APÊNDICE C - Protocolo de Estudo de Caso

### 1. Visão Geral do Estudo de Caso

a. Questão de Pesquisa:

“Como empresas de manufatura estão alterando seus Modelos de Negócios baseados em tecnologias da Indústria 4.0

b. Objetivo Geral

Identificar como as empresas de manufatura inovam seus modelos de negócio baseados nas tecnologias da Indústria 4.0.

c. Objetivos Específicos

- i. Mapear o processo de adoção de Indústria 4.0 em MPE's;
- ii. Identificar quais são as tecnologias utilizadas pelas MPE's de manufatura;
- iii. Caracterizar as mudanças no modelo de negócios das MPE's ocasionadas pela adoção de tecnologias da Indústria 4.0.

### 2. Procedimentos da Coleta de Dados

a. Empresas a serem visitadas: nome e endereço (no caso de entrevistas presenciais), link da web conferência (para entrevistas online)

- i. Pessoa de Contato: Nome, telefone, função
- ii. Calendário de visitas
- iii. Documentos Necessários: carta de apresentação, termo de consentimento.

b. Orientações para o Pesquisador:

- i. Confirmar previamente com o entrevistado a disponibilidade de tempo para realização da entrevista
- ii. Providenciar ou solicitar local calmo e reservado para a realização da entrevista
- iii. Levar para a entrevista os dados do entrevistado, gravador, lápis, papel, caneta e borracha, relógio, celular, protocolo de estudo impresso e, se necessário, material ilustrativo ou complementar às questões da entrevista.
- iv. Orientar o entrevistado sobre a importância da fala espontânea, a garantia do anonimato e a forma de uso das respostas.

### **3. Roteiro de Entrevista**

- a. Entrevista com Especialistas
  - i. O roteiro de perguntas está disponível no Anexo A
  - ii. Apresentar o Roteiro de Entrevistas do Estudo de Caso e solicitar contribuições
- b. Entrevistas com Empresas
  - i. Disponível no Anexo B

### **4. Guia para o Relatório do Estudo de Caso**

- a. Enunciado do Estudo de Caso: descrever a empresa entrevistada no tangente as informações mais relevantes para o estudo (localização, segmento, tempo de atuação no mercado, número de funcionários, de qual projeto faz parte, a quanto tempo adota tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0)
- b. Descrição do Entrevistado: idade, grau de instrução e tipo de formação, função dentro da empresa, tempo na empresa e na função atual.
- c. As entrevistas devem ser transcritas logo após a realização da entrevista.
- d. Devem constar no relatório as demais observações que o Entrevistador tenha feito no momento da entrevista.

## ANEXO A – Termo de Consentimento



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Escola de Negócios  
Programa de Pós-graduação em Administração

### TERMO DE CONSENTIMENTO DE ENTREVISTA

**Projeto de Pesquisa:** Inovação Em Modelo De Negócios Através Da Indústria 4.0

**Pesquisador:** Raquel Fassini (raquel.fassini@edu.pucrs.br).

**Orientador:** Profa. Dra. Ana Clarissa Matte Zanardo dos Santos (ana.clarissa@pucrs.br)

Prezado (a) Senhor (a),

O presente documento é um termo de consentimento de entrevista. Portanto, o Sr(a). está sendo convidado para participar como informante de uma pesquisa científica de forma voluntária. Quaisquer dúvidas que tenha serão esclarecidas pelo pesquisador e o Sr(a). tem o direito de desistir de participar da entrevista a qualquer momento, sem ônus algum. Todas as informações fornecidas pelo participante serão analisadas de forma impessoal, permanecendo confidenciais.

Desde já, agradecemos sua disponibilidade em contribuir para este estudo e colocamo-nos à disposição para esclarecer qualquer dúvida presente ou futura. Ainda, caso tenha interesse no resultado da pesquisa, por gentileza enviar e-mail para o pesquisador acima citado.

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que fui informado de todos os procedimentos da pesquisa. Declaro, também, que estou ciente que os dados coletados serão utilizados como dados da pesquisa. Portanto, assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, permanecendo uma via em minha posse.

Autorizo gravar entrevistas.

Não autorizo gravações de qualquer tipo.

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020.

---

Pesquisador Responsável

---

Participante da Pesquisa



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
Pró-Reitoria de Graduação  
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar  
Porto Alegre - RS - Brasil  
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564  
E-mail: [prograd@pucrs.br](mailto:prograd@pucrs.br)  
Site: [www.pucrs.br](http://www.pucrs.br)