

**UNIVERSIDADE PAULISTA**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NO**  
**CONTEXTO DAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Administração.

**FERNANDO ROQUE GURGEL**

**SÃO PAULO**

**2021**

**UNIVERSIDADE PAULISTA**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO**

**ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NO**  
**CONTEXTO DAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Marcio Cardoso Machado

Área de Concentração: Redes organizacionais

Linha de Pesquisa: Estratégia e Operações

**FERNANDO ROQUE GURGEL**

**SÃO PAULO**

**2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Gurgel, Fernando Roque.

Adoção de tecnologias da indústria 4.0 no contexto das pequenas e médias empresas / Fernando Roque Gurgel. - 2021. 67 f. : il. color. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista, São Paulo, 2021.

Área de concentração: Estratégias e Operações em Redes.  
Orientador: Prof. Dr. Marcio Cardoso Machado.

1. Indústria 4.0. 2. Pequenas e médias empresas. 3. PMEs.  
I. Machado, Marcio Cardoso (orientador). II. Título.

**FERNANDO ROQUE GURGEL**

**ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NO  
CONTEXTO DAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista – UNIP, como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcio Cardoso Machado - Orientador  
Universidade - Paulista – UNIP

---

Prof. Dr. Ana Beatriz Lopes de Souza Jabbour  
Universidade - Paulista – UNIP

---

Prof. Dr. Alexandre Cappellozza  
Universidade Presbiteriana Mackenzie

## RESUMO

A Indústria 4.0 tem o potencial de gerar melhorias significativas em termos de desempenho, tanto para as empresas, quanto de forma individual, em seus processos internos. PMEs possuem relevância significativa na geração de empregos e na economia. Contudo, dependendo de seu porte, apresentam características diferentes das grandes empresas, no que se refere à potencial adoção das novas tecnologias. O presente estudo tem por objetivo identificar como as características das PMEs influenciam na adoção das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0, no contexto da região Norte. Para alcançar tal objetivo, o método de pesquisa utilizado fora uma survey com PMEs, nessa região. Os dados coletados foram analisados por meio de regressão múltipla. Os resultados mostraram que estratégia é uma característica de influência na intenção geral de adoção de tecnologias da Indústria 4.0. Individualmente, Gestão (MNG) apresenta influência na intenção de adoção de cinco das nove tecnologias listadas neste estudo, em que três delas estão relacionadas à geração e armazenamento de dados e informações que podem contribuir para a melhoria do processo de tomada de decisões. Já Mercado (MKT) e Recursos (RSC) apresentaram influência na intenção de adoção de tecnologias mais complexas e que demandam maiores investimentos. O conhecimento gerado contribui para geração e priorização de estratégias de incentivo a implementação das tecnologias da Indústria 4.0 por parte dos governos, organizações capacitação e apoio a PMEs, consultores e fornecedores, bem como contribui para o avanço do debate acadêmico a cerca da influência das características das PMEs na propensão a adoção da Indústria 4.0.

Palavras-Chave: Indústria 4.0. Pequenas e Médias Empresas. PMEs.

## **ABSTRACT**

Industry 4.0 has the potential to generate improvements in terms of performance, both for companies and individually, in their internal processes. SMEs have job creation and in the economy. However, depending on their size, they have different characteristics from large companies, with regard to the potential for adopting new technologies. This study aims to identify how the characteristics of SMEs influence the adoption of technologies applied to Industry 4.0, in the context of the North region. To achieve this goal, the research method used for a survey of SMEs in this region. The collected data were formed through multiple regression. The available results that strategy is an influencing characteristic in the general intention of adopting Industry 4.0 technologies. Individually, Gestão (MNG) presents the intention to adopt five of the nine technologies listed in this study, in which three of them are related to the generation and storage of data and information that can contribute to the improvement of the decision-making process. On the other hand, Market (MKT) and Resources (RSC) dissipate in the intention of adopting more complex technologies that demand greater investments. The knowledge generated for the generation and prioritization of an incentive objective for the implementation of Industry 4.0 technologies by governments, training organizations and support to SMEs, consultants and suppliers, as well as contributing to the advancement of the academic debate about the influence of the characteristics of SMEs in the propensity to adopt Industry 4.0.

**Key-words:** Industry 4.0. Small and Medium Enterprises. SMEs.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema Conceitual da Indústria 4.0 evolução/revolução, benefícios e desafios ..	16
Figura 2 – Classificação das TICs Indústria 4.0 .....	17
Figura 3 – Tecnologias mais citadas .....	21
Figura 4 – Modelo Teórico .....	30
Figura 5 – Descrição da Metodologia.....	32
Figura 6 – Estágios da Regressão Múltipla utilizados nessa pesquisa .....	34
Figura 7 – Tempo de Fundação das Empresas Pesquisadas .....	38
Figura 8 – Cargo dos Respondentes .....	38
Figura 9 – Grupos Funcionais .....	39
Figura 10 – Distribuição os respondentes por CNAE .....	39
Figura 11 – Tecnologias mais citadas da pesquisa .....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação BNDES .....	26
Tabela 2 – Classificação SEBRAE.....	26
Tabela 3 – Classificação MDIC.....	27
Tabela 4 – Classificação SIMPLES NACIONAL.....	27
Tabela 5 – Estatísticas Descritivas .....	40
Tabela 6 – Comparativo Pesquisas .....	40
Tabela 7 – Matriz de correlações entre as variáveis .....	42
Tabela 8 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo IOT .....	43
Tabela 9 – Análise de Variância IOT .....	43
Tabela 10 – Modelo de Regressão IOT .....	43
Tabela 11 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo CLC.....	44
Tabela 12 – Análise de Variância CLC .....	44
Tabela 13 – Modelo de Regressão CLC .....	45
Tabela 14 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo BDA .....	45
Tabela 15 – Análise de Variância BDA .....	46
Tabela 16 – Modelo de Regressão BDA .....	46
Tabela 17 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo SIN .....	47
Tabela 18 – Análise de Variância SIN .....	47
Tabela 19 – Modelo de Regressão SIN .....	47
Tabela 20 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo ARL.....	48
Tabela 21 – Análise de Variância ARL.....	48
Tabela 22 – Modelo de Regressão ARL.....	49
Tabela 23 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo ROB .....	49
Tabela 24 – Análise de Variância ROB.....	50
Tabela 25 – Modelo de Regressão ROB .....	50
Tabela 26 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo SIM.....	51
Tabela 27 – Análise de Variância SIM.....	51
Tabela 28 – Modelo de Regressão SIM.....	51
Tabela 29 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo I3D .....	52
Tabela 30 – Análise de Variância I3D.....	52
Tabela 31 – Modelo de Regressão I3D .....	53
Tabela 32 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo CYB .....	53



Tabela 33 – Análise de Variância CYB.....	54
Tabela 34 – Modelo de Regressão CYB .....	54
Tabela 35 – Características PMEs x Adoção das Tecnologias.....	55

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação Características Grandes Empresas x PMEs.....	22
Quadro 2 – Variáveis Independentes x Dependentes .....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS

ARL – Realidade Aumentada

*BDA – Big Data and Analytics*

CLC – Computação em Nuvem

CYB – Cybersegurança

GCS – Gestão da Cadeia de Suprimentos

I3D – Manufatura Aditiva

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INV – Inovação

IOT – Internet das Coisas

MKT – Mercado

MNG – Gestão

PMEs – Pequenas e Médias Empresas

RM – Regressão Múltipla

RSC – Recursos

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio a Empresas

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SIM – Simulação

SIN – Integração de Sistemas

STG – Estratégia

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Indústria 4.0 .....</b>	<b>16</b>
2.1.1	Antecedentes da Indústria 4.0.....	16
2.1.2	Principais Tecnologias da Indústria 4.0.....	17
2.1.3	Principais Tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 em PMEs .....	20
<b>2.2</b>	<b>Características das PMEs .....</b>	<b>21</b>
2.2.1	Classificação das PMEs no Brasil .....	26
2.2.2	Grandes empresas <i>versus</i> PMEs na adoção de tecnologias da indústria 4.0 ....	27
<b>2.3</b>	<b>Apresentação do Modelo Teórico e Desenvolvimento de Hipóteses .....</b>	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b>Detalhamento da Metodologia.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Protocolo da Regressão Múltipla (RM) .....</b>	<b>34</b>
3.2.1	Objetivo da Regressão Múltipla (RM) .....	35
3.2.2	Definição do tamanho da amostra .....	35
3.2.3	Exame das suposições para a RM .....	36
3.2.4	Estimação e avaliação do modelo de RM.....	36
3.2.5	Interpretação da variável estatística de regressão .....	37
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização da amostra .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2</b>	<b>Análise descritiva das variáveis dependentes e independentes.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados da RM.....</b>	<b>42</b>
4.3.1	Internet das Coisas - IOT.....	42
4.3.2	<i>Clound Computing</i> – CLC.....	44
4.3.3	<i>Big Data and Analytics</i> – BDA .....	45
4.3.4	<i>Intregation System</i> – SIN.....	46
4.3.5	<i>Augmented Reality</i> – ARL.....	47
4.3.6	<i>Autonomous Robot</i> – ROB .....	49

4.3.7	<i>Simulation</i> – SIM.....	50
4.3.8	<i>Additive Manufacturing</i> – I3D.....	51
4.3.9	<i>Cybersecurity</i> – CYB .....	53
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>
	<b>Anexo I – Questionário de pesquisa .....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 tem sido um assunto intensamente discutido desde em 2011, quando surgiu em uma feira em Hannover. Sua adoção pelo governo alemão, como iniciativa estratégica, para alavancar a transformação digital pode ser considerada o início da Quarta Revolução Industrial (CALABRESE; LEVIALDI GHIRON; TIBURZI, 2020; HECKLAU *et al.*, 2016; KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

Segundo pesquisa realizada por Calabrese, Levialdi Ghiron e Tiburzi (2020), a Indústria 4.0 representa uma evolução nas operações fabris e uma potencial revolução no que diz respeito à proposta de valor das indústrias. Portanto, pode-se concluir que a maioria delas, até o momento, não conseguiu aproveitar as oportunidades revolucionárias da Indústria 4.0.

Estudos em empresas europeias identificaram que os gestores das PMEs enfrentam grandes dificuldades em obter financiamento para um plano de implementação da “Indústria 4.0”. Entre os motivos, estão a falta de informação e os limites de seus conhecimentos sobre as novas tecnologias de informação (KAMBLE *et al.*, 2019; TAURINO; VILLA, 2019).

A utilização de tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 pode contribuir para obter vantagens competitivas por meio da melhoria dos processos de produção e serviços nas empresas. No entanto, as PMEs têm encontrado dificuldades para implementar as aplicações das tecnologias da Indústria 4.0 (SEVINÇ; GÜR; EREN, 2018).

Estudos mostram diferenças nas taxas de adoção dessas tecnologias, dependendo do tamanho das empresas (CALABRESE; LEVIALDI GHIRON; TIBURZI, 2020). Nesse contexto, pesquisadores têm realizados estudos específicos sobre a implementação no universo de PMEs (COSGROVE, 2020; ISSA; LUCKE; BAUERNHANSL, 2017; KILIMIS *et al.*, 2019; MITTAL *et al.*, 2018; RAUCH; DALLASEGA; UNTERHOFER, 2019), sob diversos enfoques. Os modelos de maturidade para implementação da Indústria 4.0; os fatores críticos de sucesso para adoção de Indústria 4.0; os requisitos e barreiras para a implementação da Indústria 4.0 são exemplos de temas estudados a respeito do assunto (ASDECKER; FELCH, 2018; KILIMIS *et al.*, 2019; MOEUF *et al.*, 2019; RAUCH; DALLASEGA; UNTERHOFER, 2019; SEVINÇ; GÜR; EREN, 2018; TROTTA; GARENGO, 2019).

As PMEs têm significativa relevância na economia mundial. Além de representarem a maior parte das empresas existentes, geram a maioria dos empregos e respondem por uma parte importante do Produto Interno Bruto (PIB) dos países e regiões (ÖZBUĞDAY *et al.*, 2020).

Vistas como base para uma parte significativa das indústrias e países, detêm modelos de negócios que gozam de uma dependência relevante da sua flexibilidade e rapidez de resposta,

no que diz respeito ao atendimento das necessidades dos clientes, com o objetivo de se manterem competitivas (LI *et al.*, 2016).

De acordo com informações da Comissão Europeia (KATONA, 2014), as PMEs respondem por 99,8% dos negócios, sendo 92% delas microempresas. Também respondem por um percentual significativo na geração de empregos, na ordem de 30% do PIB e pela maioria dos novos empregos gerados na União Europeia. Analisando o contexto dos países emergentes, esse valor chega a 60%. Respondem, ainda, por 13% do consumo global de energia. Apenas os Estados Unidos chega a dois terços do consumo de energia (ÖZBUĞDAY *et al.*, 2020).

No Brasil, em 2015, as micro e pequenas empresas responderam por 99% do total de empresas no Brasil; por 53,9% dos empregos privados formais e por 43,6% da massa de salários. Dados do Anuário do Trabalho nos Pequenos Negócios (SEBRAE) mostram que, entre 2005 e 2015, de cada R\$ 100 pagos aos trabalhadores no setor privado, cerca de R\$ 41, em média, vieram de micro e pequenas empresas (SEBRAE, 2017). Tais informações sustentam sua importância na economia brasileira.

O setor industrial foi responsável por 20,9% do PIB de Rondônia, em 2017. Em 2018, havia 3.313 empresas industriais no estado, sendo que 68% dos empregos industriais concentravam-se em micro e PMEs (PERFIL DA INDÚSTRIA, 2020).

Segundo dados do IBGE (2018), a região Norte apresenta o segundo menor percentual de domicílios com internet (72,1%), em comparação com as demais. Em uma pesquisa sobre inovação, realizada pelo IBGE (PINTEC), com dados do período entre 1998 e 2011, os indicadores de inovação relacionados ao maior grau de novidade cresceram a taxas baixas, principalmente, no Norte e Nordeste do Brasil (REIS, 2018).

Ao analisar comparativamente grandes e pequenas empresas, as primeiras, geralmente, possuem estruturas burocráticas, que contam com a formalização do comportamento, para alcançar a coordenação entre as diversas áreas e departamentos. Dessa maneira, nas organizações burocráticas, os níveis de especialização, padronização e formalização tendem a ser altos.

Já as PMEs têm mais propensão a serem orgânicas. Uma característica destacada nesse tipo de organizações é a ausência de padronização e a prevalência de relações de trabalho soltas e informais (GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

Em resumo, comparadas às grandes empresas, as PMEs diferenciam-se pelas suas características particulares: Gestão (MNG); Estratégia (STG); Recurso (RSC); Mercado (MKT); Inovação (INV) (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012).

A gestão em PMEs apresenta menos níveis hierárquicos e ocorre de forma mais personalizada, o que resulta em maior flexibilidade e agilidade para tomadas de decisões. As

estratégias ocorrem de maneira informal e dinâmica; as decisões concentram-se nos sócios e proprietários, em razão dos poucos níveis hierárquicos (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996; IBGE, 2003).

As PMEs contam com poucos recursos financeiros e de mão de obra. O acesso a financiamentos de capital de giro e investimentos em inovação é mais difícil e a mão de obra, geralmente, não possui qualificação ou é semiquificada, quando comparada com empresas de grande porte (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

No mercado, operam em regiões de menor abrangência, com um número pequeno de clientes o que as torna mais dependentes deles. Porém, sua estrutura plana e enxuta possibilita uma resposta mais ágil ao mercado, tornando-as mais adaptáveis, para responder às demandas (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

Também possuem características positivas para o processo de inovação, pois têm estruturas flexíveis e empreendedoras, adaptando-se mais facilmente às mudanças do mercado, valendo-se de comunicação informal e eficaz e contando com a disposição dos gestores de correr riscos (SZCZEPANSKA-WOSZCZYNA, 2014).

Em estudo sobre Gestão da Cadeia de Suprimentos (*GCS*), observou-se a expectativa de que a implementação de tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 tragam melhorias significativas no desempenho da cadeia. Elas permitem uma abordagem holística neste gerenciamento, resultante da intensa integração, como compartilhamento de informações e transparência em toda cadeia. As tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 também podem melhorar o desempenho nos processos individuais da cadeia, como compras, produção, gestão de estoques, digitalização e automação de processos, além de trazer novos recursos analíticos (FATORACHIAN; KAZEMI, 2020).

Diante dos argumentos apresentados, foram desenvolvidas as seguintes questões de pesquisa:

- QP1. As características das PMEs identificadas na literatura estão relacionadas com a sua propensão à adoção de tecnologias da Indústria 4.0?
- QP2. Quais características das PMEs estão mais associadas a sua propensão à adoção de tecnologias da Indústria 4.0?

## **1.1 Objetivo Geral**

O objeto geral desta pesquisa consiste em:



- Identificar qual conjunto de características das PMEs influenciam a propensão de adoção de cada uma das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0

## 1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos desta pesquisa são:

- Identificar, na literatura, quais as características operacionais das PMEs.
- Identificar, na literatura, quais tecnologias da Indústria 4.0 estão relacionadas às operações das PMEs.
- Investigar quais características das PMEs estão mais associadas à propensão de adoção das tecnologias da Indústria 4.0.

Portanto, o objetivo dessa pesquisa é identificar se as características das PMEs influenciam na adoção das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0, no contexto da região Norte. Para alcançar tal objetivo, o método de pesquisa a ser utilizado será uma survey com PMEs na região norte do Brasil. Os dados coletados serão analisados, posteriormente, por meio de Regressão Múltipla (RM).

Este estudo justifica-se pela relevância acadêmica, haja vista as recentes pesquisas sobre o tema descritas nessa introdução. O escopo desta pesquisa estende olhar para se e quais características das PMEs podem estar associadas à propensão de adoção da Indústria 4.0, assim como para a relevância das PMEs no que diz respeito à geração de empregos; à economia do país e ao potencial de melhorias significativas no desempenho (FATORACHIAN; KAZEMI, 2020).

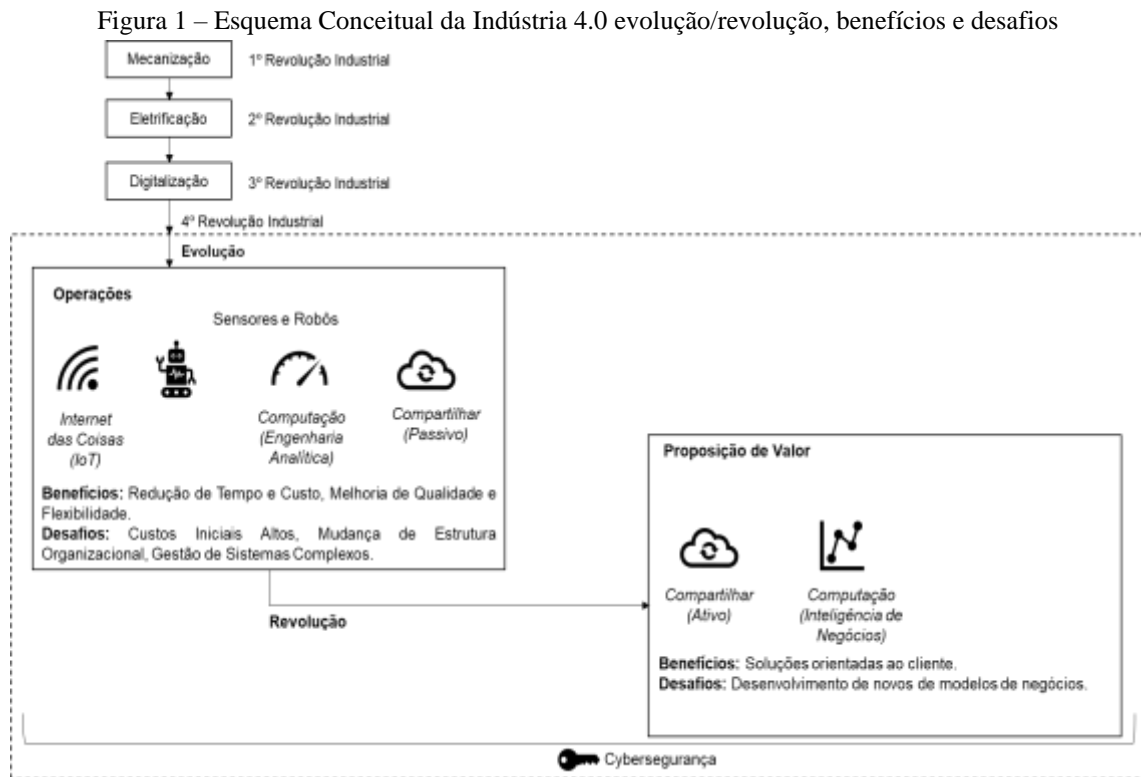
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Indústria 4.0

O termo Indústria 4.0 foi apresentado, na feira de Hannover 2011, por um grupo de trabalho pela *Research Union Economy-Science*, do Ministério de Educação e Pesquisa da Alemanha. Conforme apresentado em seu relatório final, o referido termo foi usado, para cobrir dois significados diferentes: como sinônimo de uma alegada Quarta Revolução Industrial e como um rótulo para o plano estratégico adotado pela Alemanha, a fim de fortalecer sua posição competitiva internacional na manufatura (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

#### 2.1.1 Antecedentes da Indústria 4.0

A Figura 1 resume a evolução e a revolução da Indústria 4.0. A Quarta Revolução Industrial apresenta características únicas.



Fonte: Adaptado de Calabrese, Levialdi Ghiron e Tiburzi (2020).

A mecanização das operações, anteriormente artesanais, introduziu o próprio conceito de indústria. A eletrificação, na Segunda Revolução, permitiu melhorar ainda mais as operações

e aumentar a escala. Porém sua proposta de valor, baseada nos produtos, continuou a mesma. A digitalização, realizada durante a fase da Terceira Revolução Industrial, melhorou a eficiência, capacitando o processo de informações, mas, também, com a mesma proposta de valor das anteriores. A Indústria 4.0, pela primeira vez na história da produção, trouxe a oportunidade de mudar seu *core business*, com a possibilidade de modificação da venda de produtos e oferta de soluções (CALABRESE; LEVIALDI GHIRON; TIBURZI, 2020).

### 2.1.2 Principais Tecnologias da Indústria 4.0

Diversos estudos identificaram e descreveram as principais tecnologias da Indústria 4.0 que compõem o conjunto de tecnologias aplicadas à Indústria 4.0: *Internet of Things (IOT)*, *Cloud Computing (CLC)*; *Big Data and Analytics (BDA)*; *Simulation, Augmented Reality (ARL)*; *Additive Manufacturing (I3D)*; *System Integration (SIN)*; *Autonomus Robot (ROB)* e *Cibersecurity (CYB)* (MOTYL *et al.*, 2017; SAUCEDO-MARTÍNEZ *et al.*, 2018; VAIDYA; AMBAD; BHOSLE, 2018).

A Figura 2 apresenta as tecnologias consideradas integrantes da Indústria 4.0.

Figura 2 – Classificação das TICs Indústria 4.0

<b>CPS - sistemas ciberfísicos</b>	fornece integração TIC com componentes físicos e computacionais	<b>Indústria 4.0</b>
<b>IoT - Internet das Coisas</b>	é uma rede de objetos que podem se comunicar entre si por TIC	
<b>BDA - análise de big data</b>	refere-se a "novas" técnicas de armazenamento, processamento e análise de grande quantidade de dados	
<b>CC - computação em nuvem</b>	é uma TIC que fornece um conjunto de serviços web com otimização de recursos	
<b>SPS - sistemas de produção / fábrica / manufatura inteligentes</b>	fornece otimização e flexibilidade no processo de produção, apoiado principalmente por IoT e CPS	
<b>CM - fabricação de nuvem</b>	usa TIC intensa, fornecendo circularidade de recursos e sob demanda no ciclo de vida de um produto	
<b>3DP/AM - 3D impressão / manufatura aditiva</b>	proporciona prototipagem rápida no processo produtivo, gerando manufatura descentralizada	
<b>M2M - máquina para máquina</b>	as máquinas podem se comunicar e tomar decisões próprias de acordo com os padrões de demanda	
<b>BC - Blockchain</b>	banco de dados distribuído que permite transações ponto a ponto com alto nível de criptografia	
<b>AGV - Veículos autônomos guiados</b>	transporte sem motorista usado em sistemas de produção para transferir materiais de acordo com a demanda	
<b>AI - Inteligência Artificial</b>	máquinas e dispositivos com inteligência para realizar tarefas sem ou com interação humana	
<b>SC - cidades inteligentes</b>	TIC que integram humano, equipamentos e cidade, de forma inteligente, proporcionando sustentabilidade	

Fonte: Queiroz *et al.* (2019).

### ***Internet of Things (IOT)***

A *Internet of Things (IOT)*, na tradução para o português, Internet da Coisas, consiste em uma rede de objetos físicos conectados à Internet, como dispositivos incorporados em veículos, sensores, computadores e outros objetos que trocam dados com outros sistemas. Outra definição de *Internet of Things (IOT)* é: “A Internet das Coisas permite que as pessoas e coisas a qualquer hora, lugar, com qualquer coisa e qualquer pessoa usando qualquer caminho de rede e qualquer serviço”. De fato, *Internet of Things (IOT)* significa “uma rede mundial de objetos interconectados endereçáveis exclusivamente, com base em protocolos de comunicação padrão” (SEZER; DOGDU; OZBAYOGLU, 2018).

### ***Cloud Computing (CLC)***

O termo *Cloud Computing (CLC)*, traduzido para o português como Computação em Nuvem, é utilizado, de forma generalizada, para descrever qualquer coisa que envolva serviços hospedados pela internet. O termo *nuvem* refere-se a diferentes tipos de plataforma para computação distribuída – *cluster* de servidores, rede, *software*, etc. (ATTARAN; WOODS, 2019).

### ***Big Data and Analytics (BDA)***

*Big Data and Analytics (BDA)* tem, por definição, tecnologias como ferramentas de banco de dados, mineração de dados, técnicas e métodos analíticos que uma empresa pode usar, para realizar a análise de dados complexos, em grande escala, em várias aplicações, com a finalidade de melhorar o desempenho da empresa em várias dimensões (KWON; LEE; SHIN, 2014). A análise de Big Data permite monitoramento e melhoria, no que se refere à aceitação de seus produtos no mercado, de maneira a aumentar suas vantagens competitivas (KWON; LEE; SHIN, 2014).

### ***Simulation (SIM)***

*Simulation (SIM)* ou, traduzido para o português, Simulação, consiste na imitação da operação de um processo ou sistema do mundo real ao longo do tempo (por exemplo, em uma operação de manufatura). *Simulation (SIM)* utiliza a criação de uma história artificial do sistema e a observação dessa história, para fazer inferências sobre a operação e as características do sistema real que é representado (MOURTZIS; DOUKAS; BERNIDAKI, 2014).

### ***Augmented Reality (ARL)***

*Augmented Reality (ARL)*, ou Realidade Aumentada, define-se como uma visão, direta ou indireta, em tempo real, retratando o ambiente físico do mundo real de maneira aprimorada e aumentada por meio da adição de informações virtuais criadas por computador. Os sistemas de AR têm, por objetivo, melhorar a forma como o usuário percebe e interage com o mundo real (MOURTZIS; DOUKAS; BERNIDAKI, 2014). Em operações de manufatura, pode-se utilizar a *Augmented Reality (AR)*, para fornecer aos colaboradores informações em tempo real, de modo a melhorar a tomada de decisões e os procedimentos de trabalho (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019).

### ***Additive Manufacturing (I3D)***

A *Additive Manufacturing (I3D)*, ou Manufatura Aditiva, possibilita a produção em pequenos lotes de produtos, de maneira a oferecer vantagens de construção, bem como designs complexos e leves. Os sistemas de *Additive Manufacturing (I3D)*, descentralizados e de alto desempenho, encurtam as distâncias de transporte e o estoque disponível (VAIDYA; AMBAD; BHOSLE, 2018).

Esse método torna a produção mais rápida e barata em razão da utilização de tecnologias como o método de deposição por fusão (FDM), a fusão seletiva a laser (SLM) e a sinterização seletiva a laser (SLS) (LANDHERR; SCHNEIDER; BAUERNHANSL, 2016). Tecnologias *Additive Manufacturing (I3D)* também podem ser referenciadas como prototipagem rápida, fabricação de forma livre sólida, fabricação de camadas e, ainda, manufatura digital ou impressão 3D (CHONG; RAMAKRISHNA; SINGH, 2018).

### ***System Integration (SIN)***

*System Integration (SIN)*, ou Integração de Sistemas, divide-se em integração horizontal e vertical. No que tange à primeira, trata-se de uma integração interempresarial, que constitui a base para uma colaboração mais próxima e de alto nível entre as empresas, de maneira a utilizar sistemas de informação, gerando um ecossistema interconectado dentro da mesma rede de criação de valor. Já a segunda refere-se a um sistema de fabricação em rede interempresarial. Consiste na base para a troca de informação e colaboração entre os diferentes níveis hierárquicos da empresa, “digitalizando” todo o processo que permeia a organização (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019; TUPA; SIMOTA; STEINER, 2017). O compartilhamento de dados, em tempo real, torna-se possível em função desses dois tipos de integração (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019).

### ***Autonomus Robots (ROB)***

*Autonomous Robots (ROB)*, ou Robôs Autônomos, são utilizados para executar os procedimentos de produção de forma mais precisa e para atuar em locais onde há restrições de acesso a trabalhadores humanos. Podem concluir trabalhos de forma precisa e inteligente, atendendo a prazos determinados, além de focar em segurança, flexibilidade, versatilidade e colaboração (AIMAN *et al.*, 2016; VAIDYA; AMBAD; BHOSLE, 2018).

Sob um conjunto de habilidades em computação, pode-se alcançar comunicação, controle, autonomia e sociabilidade a partir da combinação de microprocessadores e Inteligência Artificial (IA), com produtos, serviços e máquinas para torná-los mais inteligentes (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019). Robôs com inteligência artificial, adaptáveis e flexíveis, têm condições de facilitar a produção de diferentes produtos, bem como reduzir os custos de produção. Também estão aptos a tomar decisões, livres da interferência de humanos, por isso, podem ser vistos como uma forma de inteligência artificial (SALKIN *et al.*, 2017; WU, Q.; LIU; WU, C., 2018).

### ***Cybersecurity (CYB)***

*Cybersecurity (CYB)*, ou Cybersegurança consiste em uma nova terminologia que se relaciona com o alto nível de segurança da informação demandado pela crescente imersão do aparelho produtivo em hiperconectividade na Internet e sua consequente vulnerabilidade (KANNUS; ILVONEN, 2018).

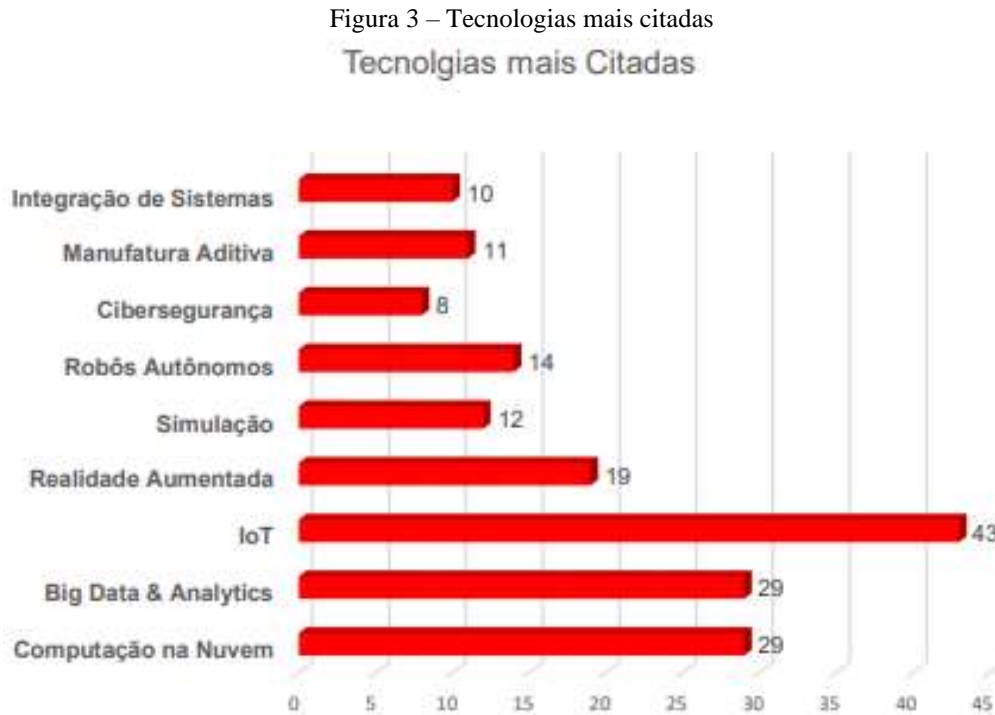
*Cybersecurity (CYB)* é, também, uma coleção de ferramentas, salvaguardas de segurança, diretrizes, abordagens de gerenciamento de risco, ações de treinamento, melhores práticas, bem como de garantias e tecnologias para proteger o ambiente cibernético, organizações e ativos de usuários, incluindo dispositivos de computação conectados, infraestrutura, aplicativos, serviços, sistemas de telecomunicações e a totalidade das informações transmitidas e/ou armazenadas no ambiente cibernético (VON SOLMS; VAN NIEKERK, 2013).

#### 2.1.3 Principais Tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 em PMEs

A revisão sistemática da literatura sobre as tecnologias primordiais para acesso à Indústria 4.0 (HUI, 2020), a partir de pesquisas por palavras-chave na base Scopus, identificou

273 documentos no total, após a filtragem com base em critérios que atendiam às PMEs e à Indústria 4.0, utilizando, como base para o estudo, 55 artigos.

Esse estudo identificou as tecnologias mais citadas a partir da contabilização do número de vezes em que cada tecnologia aplicada à Indústria 4.0 aparecia nos documentos consultados, conforme mostra Figura 3:



Fonte: Hui (2020).

Conforme mostra a Figura 3, levando em conta o número de vezes em que são citadas em estudos sobre Indústria 4.0 em PMEs, as tecnologias são: *Internet of Things (IOT)*, *Cloud Computing (CLC)* e *Big Data e Analytics (BDA)*. Neste estudo, foram consideradas as nove tecnologias citadas, tendo em vista que o objetivo concentra-se em identificar como as características das PMEs influenciam na adoção das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0.

## 2.2 Características das PMEs

Vistas como a base para uma parte significativa das indústrias e países, as PMEs detêm modelos de negócios que apresentam relevante dependência de sua flexibilidade e rapidez de resposta, no que diz respeito ao atendimento das necessidades dos clientes, com o objetivo de manter-se competitivas (LI *et al.*, 2016).

Um estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2003, que abordou as Micro e Pequenas Empresas, assim resumiu suas características (IBGE, 2003):

- ✓ Baixa intensidade de capital;
- ✓ Altas taxas de natalidade e mortalidade: demografia elevada;
- ✓ Forte presença de proprietários, sócios e membros da família como mão de obra ocupada nos negócios;
- ✓ Poder decisório centralizado;
- ✓ Estreito vínculo entre os proprietários e as empresas, sem distinguir, principalmente em termos contábeis e financeiros, pessoa física de jurídica;
- ✓ Registros contábeis pouco adequados;
- ✓ Contratação direta de mão de obra;
- ✓ Utilização de mão de obra não qualificada ou semiquificada;
- ✓ Baixo investimento em inovação tecnológica;
- ✓ Dificuldade maior de acesso a financiamento de capital de giro e
- ✓ Relação de complementaridade e subordinação com as empresas de grande porte.

O Quadro 1, adaptado de Ghobadian e Gallear (1996), apresenta a comparação entre as características de grandes de de PMEs.

Quadro 1 – Comparação Características Grandes Empresas x PMEs

<b>Características das Grandes Empresas</b>	<b>Características das PMEs</b>
Hierárquico com várias camadas de gestão	Plana, com poucas camadas de gerenciamento
Clara e extensa divisão funcional de atividades. Alto grau de especialização	Divisão de atividades limitado e pouco claro. Baixo grau de especialização
de especialização departamental forte / mentalidade funcional	Ausência de departamental / mentalidade funcional. Corporativa mind-set
Atividades e operações regidas por regras e procedimentos formais.	Atividades e operações não regidas por regras e procedimentos formais.
Alto grau de padronização e formalização	Baixo grau de padronização e formalização
Na maior parte, burocrática	Principalmente orgânicos
Processo de decisão estendido	Cadeia curta de tomada de decisão
Topo de gestão de uma longa distância, a partir do ponto de entrega	Gestão de topo perto do ponto de entrega
Visibilidade superior da administração limitada	Gestão de topo altamente visível
Ampla leque de atividades	Pequeno leque de atividades
Multilocalizadas e, possivelmente, multinacionais	Unilocais
Diversidade cultural	Cultura unificada
Sistema do minado	Pessoas dominando
Inércia cultural	Cultura do líquido



Continuação: Quadro 1 – Comparação Características Grandes Empresas x PMEs

<b>Características das Grandes Empresas</b>	<b>Características das PMEs</b>
Organização rígida e fluxos	Organização flexível e fluxos
Muitos grupos de interesse	Muito poucos grupos de interesse
Incidência de decisões baseadas em fatos, para tomada de decisão mais prevalente	Incidência de tomada de decisões com base mais intuitiva mais prevalentes
Dominado por profissionais e tecnocratas	Dominado por pioneiros e empreendedores
Gama de estilos de gestão: diretiva; participativa; paterno; etc.	Gama de estilos de gestão: diretiva; paterno
Meritocrática	Patrocínio
Indivíduos normalmente não podem ver o resultado de seus esforço	Indivíduos normalmente podem ver o resultado de seus esforço
Ampla capital humano, recursos financeiros e know-how	Modesto capital humano, recursos financeiros e know-how
Treinamento e desenvolvimento de pessoal mais provável é o planejado	Treinamento e desenvolvimento de pessoal mais provável de ser ad hoc e
Grande escala	Pequena escala
orçamento de treinamento específico	No orçamento de treinamento especificado
Contatos externos extensivos	Contatos externos limitados
Alta incidência de sindicalização	Baixa incidência de sindicalização
Resposta normalmente lenta às mudanças ambientais	Normalmente resposta rápida a alterações ambientais
Alto grau de resistência à mudança	Resistência desprezível à mudança
Potencialmente muitos catalisadores alteração internos	Muitos poucos catalisadores de mudanças internas
Baixa incidência de inovação	Alta incidência de inovação
Avaliação formal para controle e procedimentos de comunicação	Avaliação informal para controle e procedimentos de comunicação
Orientada para controle	Orientada para os resultados
Operações e comportamentos rígidos, cultura corporativa dominante	Operações e comportamento dos funcionários influenciados pelos “proprietários / gestores” ethos e perspectivas

Fonte: Adaptada de Ghobadian e Gallear (1996).

Em comparação com as grandes empresas, PMEs possuem as seguinte características particulares que as diferenciam, de acordo com (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012):

- ✓ Gestão personalizada, com pequena delegação de autoridade;
- ✓ Severas limitações de recursos, em termos de gestão, e mão de obra e finanças;
- ✓ Dependência de um pequeno número de clientes e operação em mercados limitados;
- ✓ Estruturas planas e flexíveis;
- ✓ Alto potencial de inovação;
- ✓ Mentalidade reativa e combate a incêndio;
- ✓ Estratégias informais e dinâmicas.

De forma resumida, as características das PMEs podem ser agrupadas em: Gestão, Estratégia, Recurso, Mercado e Inovação (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012).

### **Gestão (MNG)**

Com relação à gestão, apresentam estrutura hierárquica menor, normalmente, operando com um único gerente no ápice estratégico, ao passo que as grandes empresas possuem muitos níveis do ápice estratégico até os níveis operacionais. Por isso, nas grandes organizações, gerentes de topo ficam muito distantes do ponto de entrega. Em razão disso, provavelmente falte-lhes compreensão mais profunda das questões operacionais, processos, necessidades dos clientes e dificuldades de qualidade, a menos que voltem a atenção para as áreas de frente e de contato com os clientes. Já nas PMEs, a gestão ocorre de forma mais personalizada e com nível menor de delegação de autoridade (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

A estrutura com poucos níveis hierárquicos e menos interfaces departamentais normalmente resulta em um ambiente de trabalho mais flexível. Porém, se isso oferece à alta administração a oportunidade de construir um forte relacionamento pessoal com os funcionários, também aumenta o potencial de conflito interpessoal (GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

Ainda de acordo com Ghobadian e Gallear (1996), a cultura predominante origina decisões, políticas e atividades específicas. A cultura das PMEs, altamente informal e perceptiva, geralmente dita quais são as atividades ou comportamentos necessários para alcançar sucesso em uma organização. Educação e treinamento; programas de participação de funcionários e de comunicação aprimorados; revisão de procedimentos e políticas; modificação do sistema de avaliação e recompensa e comportamento dos gerentes de topo podem influenciar a cultura de uma organização.

### **Estratégia (STG)**

Nas PMEs, as estratégias ocorrem de maneira informal e dinâmica. O planejamento ocorre de maneira informal, multifuncional e muito centrado na figura do proprietário / sócio (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996; IBGE, 2003).

### **Recurso (RSC)**

O processo de planejamento, nas PMEs, se dá de maneira não formal, assim como o planejamento, que é multifuncional e ocorre nas mentes individuais. Com relação aos recursos humanos, a extensão do treinamento e desenvolvimento da equipe são limitados e informais, pois enfrentam destacadas limitações de recursos de mão de obra e financeiros. Embora embora

mais propensas a serem orientadas para as pessoas, ao invés de para o sistema, imprimem maior flexibilidade (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

### **Mercado (MKT)**

No que toca às características relacionadas ao mercado, as PMEs dependem de um pequeno número de clientes que possuem operações em mercados limitados geograficamente. Porém, suas estruturas planas, menos hierarquizadas, com planejamento mais dinâmico e informal, imprimem maior flexibilidade e capacidade de resposta em ambientes turbulentos, o que corrobora com pesquisas na Europa e na América, segundo as quais elas são mais responsivas às necessidades do mercado, mais adaptáveis às mudanças e mais inovadoras em sua capacidade de atender à demanda dos clients (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

### **Inovação (INV)**

Empresas com estruturas burocráticas operam melhor em condições mais estáveis, mas não tão bem em ambientes turbulentos, nos quais o ponto focal para a sobrevivência é a inovação ou flexibilidade para se adaptar à nova situação, levando em conta que as PMEs apresentam estruturas menos burocráticas (GHOBADIAN; GALLEAR, 1996).

Sob o ponto de vista dos processos de inovação, as características das PMEs são benéficas e podem ser a vantagem inovadora frente às grandes empresas, em função de suas estruturas de gestão flexíveis e empreendedoras. Isso torna possível adaptar-se às mudanças do mercado, sem burocracia e constrangimentos administrativos; comunicação interna informal e eficaz; disponibilidade dos gestores para correr riscos; capacidade de exploração de novos mercados de alto risco. Por fim, em muitos casos, as PMEs não possuem as gerações mais antigas de tecnologia, agora parcialmente obsoletas, sem gerar mais custos para a introdução de novas tecnologias (SZCZEPANSKA-WOSZCZYNA, 2014).

PMEs podem inovar, independentemente do tamanho, se estiverem dispostas a fazê-lo. Nesse contexto, o uso de tecnologia deve ser direcionado para apoiar o processo de inovação nas empresas (AHUNJONOV *et al.*, 2014). A Indústria 4.0 tem contribuído para esse processo da manutenção da competitividade, mudando os paradigmas de gestão dentro das PMEs, ao tornar flexível o acesso aos sistemas de informação. Tal processo é apoiado, por exemplo, por algumas tecnologias aplicadas à Indústria 4.0, como a *Cloud Computing* e *Internet of Things (IOT)* (MOEUF *et al.*, 2018).

Existem diferentes formas de classificar PME. Geralmente, essa classificação é feita com base na quantidade de colaboradores e no faturamento. Na União Europeia, por exemplo, considera-se pequena empresa aquela com menos de 50 colaboradores. Já entre 50 e 249 colaboradores, é média e, a partir de 250, grande (HORVÁTH; SZABÓ, 2019).

### 2.2.1 Classificação das PMEs no Brasil

No que diz respeito ao tamanho das empresas, existem diferentes classificações, dependendo da fonte consultada. Por exemplo, no Brasil, BNDES, SEBRAE, MDIC e SENAI apresentam algumas diferenças de classificação.

O BNDES define o porte das empresas com base em seu faturamento. Abaixo de R\$ 360 mil, é classificada como microempresa. Acima de R\$ 360 mil até R\$ 4.800 milhões, pequena empresa. Acima disso, até R\$ 300 milhões, empresa média e acima desse valor, de grande porte (BNDES, 2020) conforme demonstrado na Tabela 1:

Tabela 1 – Classificação BNDES

<b>BNDES</b>	<b>Faturamento</b>
Microempresa	Até R\$ 360 mil
Pequena Empresa	de R\$ 360 mil até R\$ 4,8 milhões
Média Empresa	de R\$ 4,8 milhões até R\$ milhões
Grande Empresa	acima de R\$ 300 milhões

Fonte: BNDES (2020).

O SEBRAE classifica as empresas com base na quantidade de colaboradores. Até 9 colaboradores, microempresa; de 20 a 99, pequena empresa; de 100 a 499 média empresa, acima de 500 colaboradores, grande empresa, (SEBRAE, 2013) conforme apresenta a Tabela 2:

Tabela 2 – Classificação SEBRAE

<b>SEBRAE</b>	<b>Indústria</b>	<b>Comércio e Serviços</b>
<b>Porte</b>	<b>Quantidade Funcionários</b>	<b>Quantidade Funcionários</b>
Microempresa	Até 19	Até 9
Pequena Empresa	de 20 até 99	de 10 até 49
Média Empresa	de 100 até 499	de 50 a 99
Grande Empresa	acima de 500	acima de 100

Fonte: SEBRAE (2013).

O Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio (MDIC) classifica conforme o porte, como mostra a Tabela 3:

Tabela 3 – Classificação MDIC

MDIC Porte	INDÚSTRIA		COMÉRCIO E SERVIÇOS	
	Exportações em US\$	Funcionários	Exportações em US\$	Funcionários
Microempresa	Até 400 mil	10	Até 200 mil	5
Pequena Empresa	Até 3,5 milhões	de 11 a 40	Até 1,5 milhão	de 6 a 30
Média Empresa	Até 20 milhões	de 41 a 200	Até 7 milhões	de 31 a 80
Grande Empresa	Acima de 20 milhões	acima de 200	Acima de 7 milhões	acima de 80

Fonte: MDIC

O SENAI classifica as empresas com base na quantidade de colaboradores. Indústria com até 9 colaboradores é considerada microempresa. De 10 a 49 colaboradores, pequena empresa. De 50 a 249, média empresa e, acima de 250 colaboradores, grande empresa (PERFIL DA INDÚSTRIA, 2020).

No que se refere à classificação pelo SIMPLES NACIONAL, ainda é possível verificar algumas diferenças entre as demais classificações, conforme apresenta a Tabela 4:

Tabela 4 – Classificação SIMPLES NACIONAL

SIMPLES NACIONAL Classificação da Empresa	INDÚSTRIA		COMÉRCIO E SERVIÇOS	
	Faturamento	Funcionários	Faturamento	Funcionários
Microempreendedor Individual (MEI)	R\$ 81 mil	1	R\$ 81 mil	1
Microempresa (ME)	Até R\$ 360 mil	19	Até R\$ 360 mil	19
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	de R\$ 360 mil a 4,8 milhões	20 a 99	de R\$ 360 mil a 4,8 milhões	20 a 99

Fonte: Simples Nacional.

### 2.2.2 Grandes empresas *versus* PMEs na adoção de tecnologias da indústria 4.0

Grandes empresas e PMEs não têm oportunidades iguais no que diz respeito à implementação de tecnologias aplicadas à Indústria 4.0. As primeiras encontram facilidades maiores e barreiras menores na maioria dos aspectos. No entanto, as PMEs também têm vantagens, como menor complexidade quanto aos fatores organizacionais; expectativa de

rentabilidade, por vezes, menor; barreiras a cooperação menores, o que pode facilitar a adoção da Indústria 4.0 (HORVÁTH; SZABÓ, 2019).

### 2.3 Apresentação do Modelo Teórico e Desenvolvimento de Hipóteses

Características relacionadas às dimensões de recursos financeiros, técnicos e de infraestrutura, bem como colaboração em alianças e parcerias são requisitos para adoção de tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 (MITTAL *et al.*, 2018, 2020; RAUCH; DALLASEGA; UNTERHOFER, 2019). Fatores como Recursos Humanos, Finanças, Tecnologia, Concorrentes e Condições de Mercado, Expectativas de Gestão, Tecnologia, Processos e Cooperação podem apoiar ou inibir a adoção de tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 (HORVÁTH; SZABÓ, 2019).

Em sua pesquisa, Hui (2020) identificou Internet das Coisas (IOT) e Computação em Nuvem (CLC) como as duas tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 mais citadas em artigos científicos pesquisados na base Scopus. Portanto, podem ser consideradas tecnologias de base ou de acesso à Indústria 4.0.

Considerando os temas abordados neste estudo, como variáveis dependentes, temos:

- Internet das Coisas (IOT);
- Computação em Nuvem (CLC);
- *Big Data and Analytics (BDA)*;
- Integração de Sistemas (SIN);
- Robôs Autônomos (ROB);
- Realidade Aumentada (ARL);
- Simulação (SIM);
- Manufatura Aditiva (I3D);
- Cybersegurança (CYB)

Como variáveis independentes deste estudo destacam-se as características das (PMEs):

- Gestão (MNG);
- Estratégia (STG);
- Recurso (RSC);
- Mercado (MKT);
- Inovação (INV).

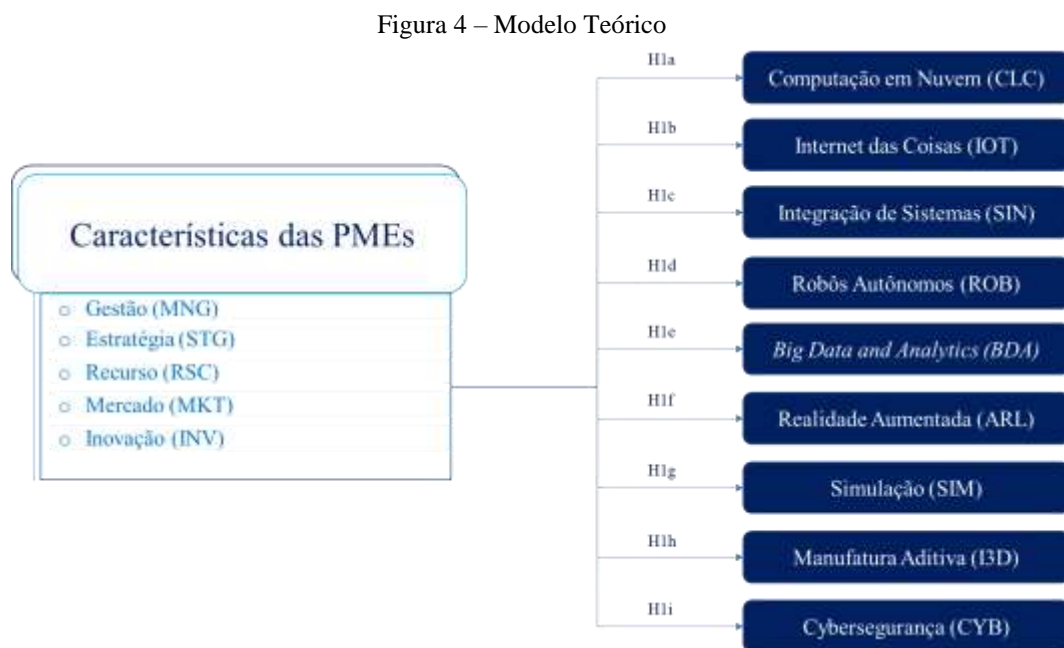
O Quadro 2 apresenta as variáveis independentes e sua relação com as tecnologias da Indústria 4.0, de maneira a inferir o relacionamento entre ambas a partir de estudos identificados na literatura. A coluna de questões com as informações de Q3 a Q9 representam as questões elaboradas para o questionário de pesquisa elaborado para cada característica das PMEs. O questionário de pesquisa encontra-se no apêndice deste trabalho.

Quadro 2 – Variáveis Independentes x Dependentes

Variáveis Independentes	Descrição	Autores	Questões	
	Relação das Características PMEs x Tecnologias Indústria 4.0			
<b>Características PMEs</b>	<b>Gestão (MNG)</b>	Há necessidade de suporte da alta administração para liderar, planejar e liberar recursos para a adoção da Indústria 4.0. e compreensão da importância da estratégia da Indústria 4.0	Geissbauer <i>et al.</i> (2016); Schönreiter (2017); Stentoft <i>et al.</i> (2017); Rauch, Dallasega e Unterhofer (2019); Mittal <i>et al.</i> (2020); Moeuf <i>et al.</i> (2019); Horváth e Szabó (2019); Prause, Martin (2019)	Q3
	<b>Estratégia (STG)</b>	É necessário compreender importância estratégica da Indústria 4.0. Requisitos dos clientes, redução de custos, reagir às estratégias dos concorrentes que adotam a Indústria 4.0 são fatores que direcionam a adoção da Indústria 4.0	Turkes <i>et al.</i> (2019)	Q4
	<b>Recurso (RSC)</b>	Necessidade de Recursos Financeiros e mão de obra qualificada com conhecimentos sobre indústria 4.0	Walendowski <i>et al.</i> (2016); Geissbauer <i>et al.</i> (2016); Kagermann, Wahlster e Helbig (2013); Walendowski <i>et al.</i> (2016); McKinsey Digital (2015); Prinz <i>et al.</i> (2016); Ren <i>et al.</i> (2015); Schönreiter (2017); Probst <i>et al.</i> (2017)	Q5; Q6
	<b>Mercado (MKT)</b>	A incerteza, ligada aos fatores externos (mercado), como competitividade, demanda, tendências, política, é motivadora significativa para adoção da Indústria 4.0 e de sua prática pelos concorrentes.	Geissbauer <i>et al.</i> (2016); Turkes <i>et al.</i> (2019)	Q7; Q8
	<b>Inovação (INV)</b>	Alianças com institutos de pesquisas e universidade contribuem para se adotar novas tecnologias e melhorar o tempo de colocação no mercado	Lasi <i>et al.</i> (2014); McKinsey Digital (2015); Moeuf <i>et al.</i> (2018); Mittal <i>et al.</i> (2018)	Q9

Fonte: Autor (2021).

A partir das características das PMEs (GHARAKHANI; MOUSAKHANI, 2012; GHOBADIAN; GALLEAR, 1996); das tecnologias primordiais aplicadas à Indústria 4.0 (AIMAN *et al.*, 2016; ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019; ATTARAN; WOODS, 2019; KWON; LEE; SHIN, 2014; MOURTZIS; DOUKAS; BERNIDAKI, 2014; NEE *et al.*, 2012; SEZER; DOGDU; OZBAYOGLU, 2018; VAIDYA; AMBAD; BHOSLE, 2018) e das tecnologias primordiais aplicadas à Indústria 4.0 (HUI, 2020) identificadas, na literatura e utilizadas como base para a elaboração do modelo teórico, conforme apresenta a Figura 4.



Fonte: Autor (2021).

A partir do modelo teórico, levantam-se as hipóteses. Uma delas consiste em uma suposição utilizada para testar e validar uma solução proposta ao problema investigado. Trata-se da verificação empírica, que pode ser confirmada ou refutada, mas deve estar embasada teoricamente, de maneira a servir como orientação na busca de evidências, bem como explicitar o problema (GIL, 2010; LAKATOS; MARCONI, 2003), nesse contexto, levantam estas hipóteses:

- Hipótese 1a. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a IOT.
- Hipótese 1b. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a CLC.
- Hipótese 1c. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a SIN.



- Hipótese 1d. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a ROB.
- Hipótese 1e. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a BDA.
- Hipótese 1f. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a ARL.
- Hipótese 1g. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a SIM.
- Hipótese 1h. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a I3D.
- Hipótese 1i. As características das PMEs têm influência na propensão em adotar a CYB.

Tendo sido estabelecida a questão de pesquisa e a hipótese, levantam-se as variáveis dependentes e independentes, relacionadas ao estudo objetivo e claro do fenômeno (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Como variáveis dependentes, neste estudo, temos:

- Internet das Coisas (IOT);
- Computação em Nuvem (CLC);
- Integração de Sistemas (SIN);
- Robôs Autônomos (ROB);
- Big Data and Analytics (BDA);
- Realidade Aumentada (ARL)
- Simulação (SIM);
- Manufatura Aditiva (I3D);
- Cybersegurança (CYB).

Como variáveis independentes, destacam-se as características das PMEs:

- Gestão (MNG);
- Estratégia (STG);
- Recurso (RSC);
- Mercado (MKT);
- Inovação (INV).

### 3 METODOLOGIA

O método consiste em um conjunto de atividades sistemáticas e racionais que suporta o atingimento do objetivo da pesquisa, pois oferece mais segurança e economia para percorrer determinado caminho, ajudando a detectar erros e suportando suas decisões (MARCONI; LAKATOS, 2003).

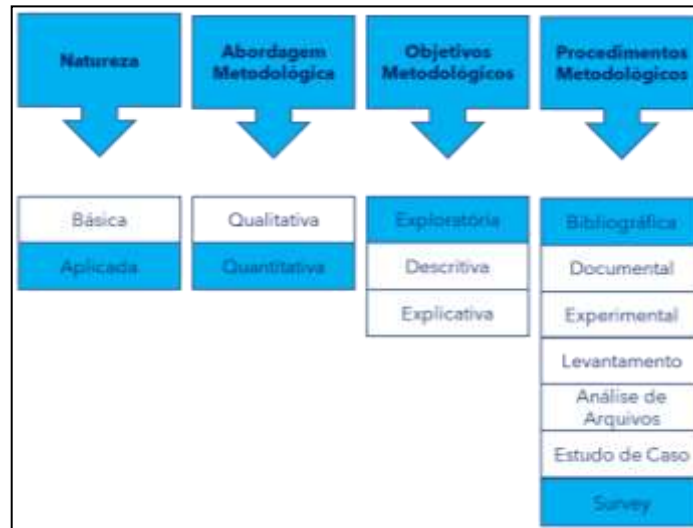
#### 3.1 Detalhamento da Metodologia

No que diz respeito à pesquisa científica, essa se classifica em natureza, objetivos, abordagem e procedimentos (CRESWELL, 2010; GIL, 2010; NASCIMENTO; SOUSA, 2016).

A metodologia se dará por meio de observação indireta, sendo a pesquisa de natureza aplicada, com uma abordagem quantitativa, com o objetivo metodológico exploratório por meio de um *Survey* com 44 empresas da região Norte no estado de Rondônia.

A Figura 5 apresenta a descrição da metodologia de pesquisa de forma esquemática.

Figura 5 – Descrição da Metodologia



Fonte: Autor (2021).

Com relação a sua natureza, a pesquisa científica classifica-se em básica e aplicada. Essa tem por objetivo a geração de conhecimentos para a aplicação prática de solucionar problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). O presente estudo será de natureza aplicada, estudando o contexto de adoção de tecnologias da Indústria 4.0 em PMEs.

Existem três formas abordagem: qualitativa, quantitativa e mista. O presente estudo utilizará a abordagem quantitativa, tendo em vista o objetivo da pesquisa, que consiste em

identificar como as características das PMEs influenciam na adoção das tecnologias da Indústria 4.0.

Sobre a abordagem quantitativa, Creswell (2010) destaca ser o método empregado para testar teorias pela interrelação entre variáveis e hipóteses de um fenômeno, de maneira que se possa mensurá-lo por meio de procedimentos estatísticos e, ao concluir o processo de análise, obter conclusões passíveis de serem generalizadas e resultados replicados, para identificar a relação entre as características das PMEs e as tecnologias primordiais aplicadas à Indústria 4.0, por meio de análise de Regressão Múltipla (RM).

Gil (2010) classifica os objetivos metodológicos em três possíveis grupos: pesquisa exploratória, pesquisa descritiva e pesquisa explicativa. Aplica-se a primeira, quando o tema de estudo é pouco conhecido; quando se analisam causas e relações; formulam-se hipóteses ou proposições. Tem caráter exploratório, em função de a Indústria 4.0 ser um tema emergente, que será estudado sob o enfoque das PMEs e explicativo, buscando identificar como as características das PMEs influenciam na adoção das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0.

Dentre os vários procedimentos metodológicos existentes, o presente estudo utilizará a pesquisa bibliográfica, que realiza os estudos utilizando materiais elaborados e publicados por outros autores em livros e artigos, principalmente, os científicos (GIL, 2010).

Ainda em se tratando de procedimentos metodológicos, será utilizada pesquisa do tipo survey, definida como obtenção de dados ou informações acerca das características, ações ou opiniões de um determinado grupo de pessoas, que representam uma população-alvo. Para tanto, normalmente, utilizam-se os questionários. São apropriadas para questionamentos do tipo “o quê?”, “por quê? ”, “como? ” e “quanto?” (FREITAS *et al.*, 2000). A pesquisa survey é adequada, já que o presente estudo pretende identificar como as características das PMEs influenciam a adoção de tecnologias aplicadas à Indústria 4.0.

Os questionários para uma survey podem ser aplicados em entrevistas pessoais ou enviados aos respondentes por meios alternativos, como e-mails (FREITAS *et al.*, 2000). Nessa pesquisa, a coleta foi realizada por meio de um questionário, com perguntas elaboradas com base no objetivo de pesquisa e na fundamentação teórica deste estudo. A coleta de dados foi realizada utilizando um formulário criado por meio do Google Forms e enviado por canais digitais (e-mails e mensagens) as empresas localizadas na região norte do Brasil, bem como também se utilizou de parceria com o SENAI – RO que disponibilizou o link do Google Forms para empresas de sua base de dados.

A fim de avaliar a confiabilidade das variáveis em análise, recorreu-se ao cálculo do valor de alfa de Cronbach, que analisa e estima em que medida a uniformidade dos vários itens

contribuem para a soma não ponderada do instrumento, sendo conhecido na literatura como “análise da consistência interna da escala”. O coeficiente varia de 0 a 1. Geralmente, 0,6 ou menos indica confiabilidade de coerência interna insatisfatória (MALHOTRA, 2006). Nessa pesquisa o alfa de Cronbach para o conjunto de itens que compõem as diferentes dimensões (características das PMEs) foi de 0,96, considerado excelente.

Para analisar os resultados da survey, fora utilizado uma análise multivariada de regressão múltipla. Segundo Hair *et al.* (2009), técnica estatística que pode ser utilizada para analisar a relação entre uma única variável dependente e um conjunto de variáveis independentes (preditoras). Esse conjunto de variáveis independentes forma a variável estatística de regressão, também conhecida como equação de regressão ou modelo de regressão. Nesta pesquisa, a variável dependente é a intenção de adoção de uma determinada tecnologia da Indústria 4.0 e as variáveis independentes são as cinco características das PMEs: Gestão; Estratégia; Recurso; Mercado e Inovação.

### 3.2 Protocolo da Regressão Múltipla (RM)

A pesquisa adotará os estágios propostos por Hair *et al.* (2009) para a análise regressão múltipla. A Figura 6 apresenta a estrutura de estágios.

Figura 6 – Estágios da Regressão Múltipla utilizados nessa pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Hair *et al.* (2009).

### 3.2.1 Objetivo da Regressão Múltipla (RM)

Para Lakatos e Marconi (2003), a questão de pesquisa consiste em uma dificuldade no entendimento de algo importante, que requer uma solução, seja de base teórica seja prática. Portanto, a caracterização e identificação do problema, quando bem-feitas, ajudam a delimitação, facilitando a condução da pesquisa. Faz-se necessário, ainda, que seja viável (por se resolver de forma eficaz); relevante (por trazer conhecimentos novos e adequados ao estágio da evolução científica), exequível (por buscar chegar à conclusão válida e oportuna com relação ao atendimento dos interesses gerais ou particulares).

Dessa forma, considerando os pontos destacados anteriormente na introdução dessa dissertação, o objetivo da regressão múltipla, nessa pesquisa, será responder, simultaneamente, as seguintes questões de pesquisa:

- QP1. As características das PMEs identificadas na literatura estão relacionadas com sua propensão à adoção de tecnologias da Indústria 4.0?
- QP2. Quais características das PMEs estão mais associadas à sua propensão à adoção de tecnologias da Indústria 4.0?

Para tanto, foram elaboradas 9 hipóteses, constantes no modelo teórico apresentado na Figura 3, do capítulo de Fundamentação Teórica: H1a, H1b, H1c, H1d, H1e, H1f, H1g, H1h e H1i.

### 3.2.2 Definição do tamanho da amostra

Dentre os tipos de amostra a serem utilizados, tem-se a probabilística e a não probabilística. A principal característica da primeira é o fato de todos os indivíduos terem igual chance de serem selecionados, resultando em uma amostra representativa da população, valendo-se de critérios de seleção aleatórios (FREITAS *et al.*, 2000).

A amostra não probabilística é obtida utilizando algum tipo de critério. Dessa forma, os elementos não têm a mesma chance de serem selecionados, o que torna os resultados não generalizáveis. Porém a despeito dessas limitações, esse tipo de amostra pode ser conveniente, quando existem dificuldades de alcançar os respondentes, por exemplo, em razão de problemas de identificação e/ou por limitação de orçamento (FREITAS *et al.*, 2000). Para este estudo, foi utilizado o tipo de amostra não probabilística, tendo em vista as limitações de orçamento e a viabilidade de alcançar os respondentes necessários para utilização de uma amostra

probabilística. Foram, portanto, enviados 150 questionários para PMEs do Estado de Rondônia, elaborados a partir do Google Formulários. A pesquisa retornou 44 questionários válidos.

Segundo Hair *et al.* (2009), uma amostra de 44 empresas respondentes, com 5 variáveis potencialmente independentes, como é o caso dessa pesquisa, permite detectar relações com valores de  $R^2$  de aproximadamente 27% a um poder estatístico de 0,80, com nível de significância fixado em 0,01. Ela também se aproxima da diretriz de proporção mínima de observações por variável independente (5:1), com uma proporção real de aproximadamente 9:1.

### 3.2.3 Exame das suposições para a RM

Para a análise de regressão múltipla, é necessário estabelecer várias suposições sobre as relações entre as variáveis dependente e independentes que afetam o procedimento estatístico. Elas podem ser divididas em quatro áreas: linearidade do fenômeno medido; variância constante dos termos de erros, interdependência dos termos de erro e normalidade da distribuição dos termos de erro (HAIR *et al.*, 2009).

As regressões múltiplas foram realizadas para cada uma das variáveis, com base nas hipóteses H1a, H1b... H1i. Os resultados, apresentados no Capítulo 4, demonstram que todas foram atendidas.

### 3.2.4 Estimação e avaliação do modelo de RM

Os dados obtidos pela pesquisa survey devem ser analisados por meio de ferramentas estatísticas, para se obter as informações desejadas, levando em conta o tipo de análise estatística aplicável para as variáveis de estudo (FREITAS *et al.*, 2000). A ferramenta estatística para análise dos dados obtidos será, como já mencionado, a Análise de Regressão Múltipla (RM), técnica estatística utilizada para realizar análises de relação entre uma única variável dependente e diversas variáveis independentes, que funcionam como critério e preditoras respectivamente (HAIR *et al.*, 2005).

A variável estatística de regressão, ou seja, a equação ou modelo de regressão é composta pelo conjunto das variáveis independentes ponderadas, de maneira a gerar uma combinação linear das variáveis independentes que melhor prevê a variável dependente. Com relação aos pesos (coeficientes  $\beta$ ), esses denotam a contribuição relativa das variáveis independentes para a previsão ou explicação geral, de modo a facilitar a interpretação sobre a influência de cada variável.

A intensidade da relação estipulada pela equação de Regressão Múltipla pode ser determinada utilizando o coeficiente de correlação múltipla  $R^2$ , também conhecido como coeficiente de determinação múltipla e/ ou de  $R^2$  ajustado para o número de variáveis independentes e para o tamanho da amostra. Dessa maneira, esse coeficiente varia entre 0 e 1, o que significa a proporção da variação total na variável dependente, a qual é explicada pelo modelo de regressão construído – quanto mais próximo de 1, maior o ajuste da função de regressão aos dados (MALHOTRA, 2001).

### 3.2.5 Intepretação da variável estatística de regressão

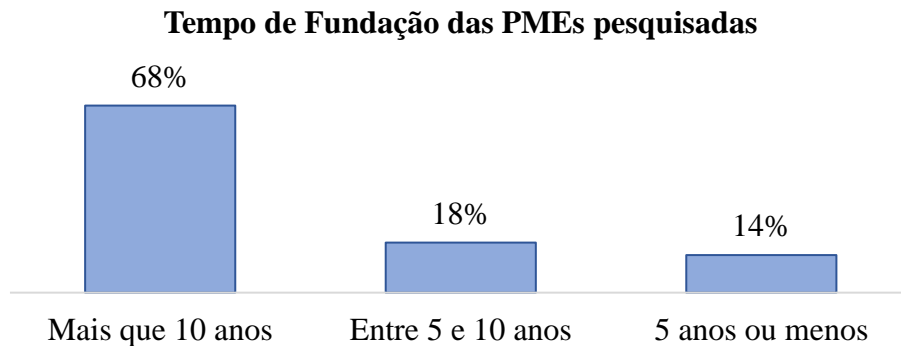
Após a estimação do modelo, a especificação da variável estatística de regressão (equação) e dos testes diagnósticos que confirmam a adequação dos resultados, será necessário examinar o modelo preditivo, baseado nas variáveis preditivas que entraram na variável estatística. O exame do modelo para o teste de cada hipótese passará pela interpretação dos coeficientes da regressão e avaliação da importância da variável.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Caracterização da amostra

A Figura 7 apresenta o tempo de função das empresas pesquisadas por representatividade percentual. Dentre elas, 68% está no mercado há mais de anos; 18% entre cinco e dez anos e 14% há cinco anos ou menos. Portanto, 86% delas encontram-se no mercado há cinco anos ou mais.

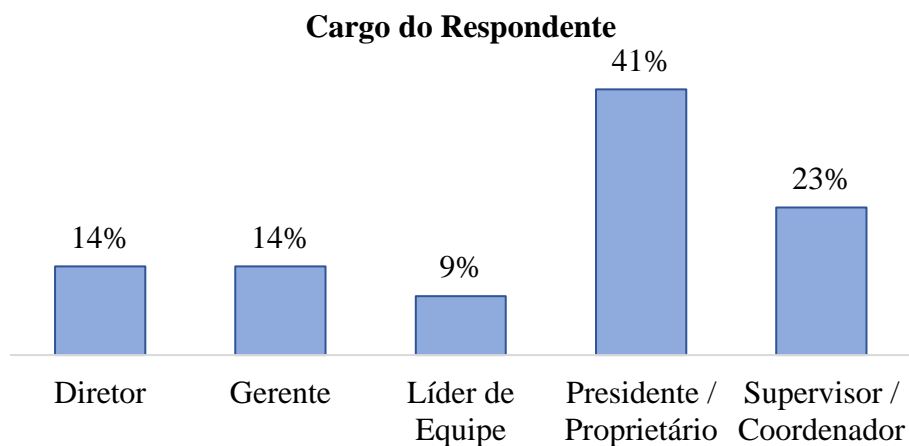
Figura 7 – Tempo de Fundação das Empresas Pesquisadas



Fonte: Autor (2021).

Conforme apresenta a Figura 8, os respondentes da pesquisa ocupavam cargos de liderança, em sua maior parte (41%), presidentes ou proprietários, mas também diretores (14%) e gerentes (14%), perfazendo um percentual de 96% de respondentes representados pela alta liderança da empresa (gerentes, diretores a presidentes e proprietários).

Figura 8 – Cargo dos Respondentes

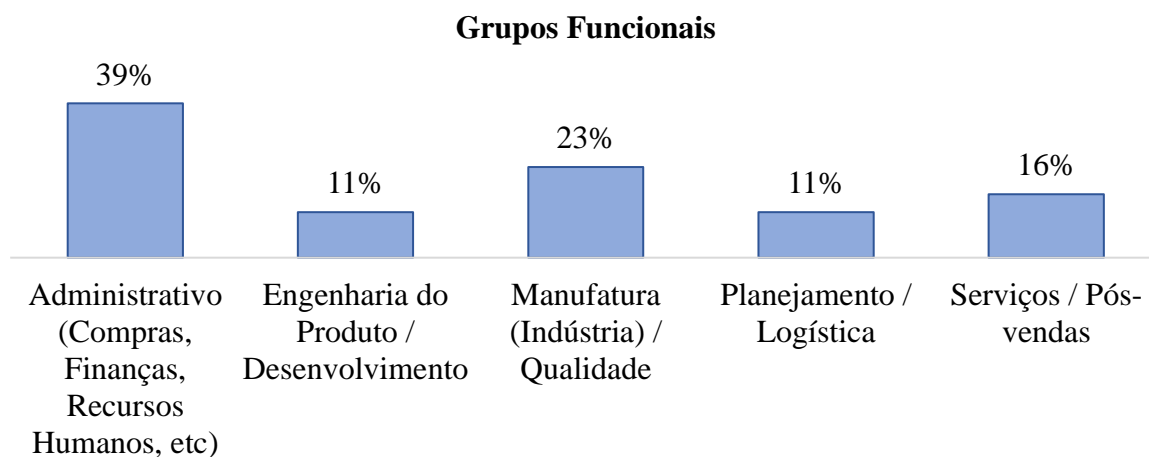


Fonte: Autor (2021).



A Figura 9 apresenta os percentuais de grupos funcionais de acordo com os departamentos informados pelos respondentes.

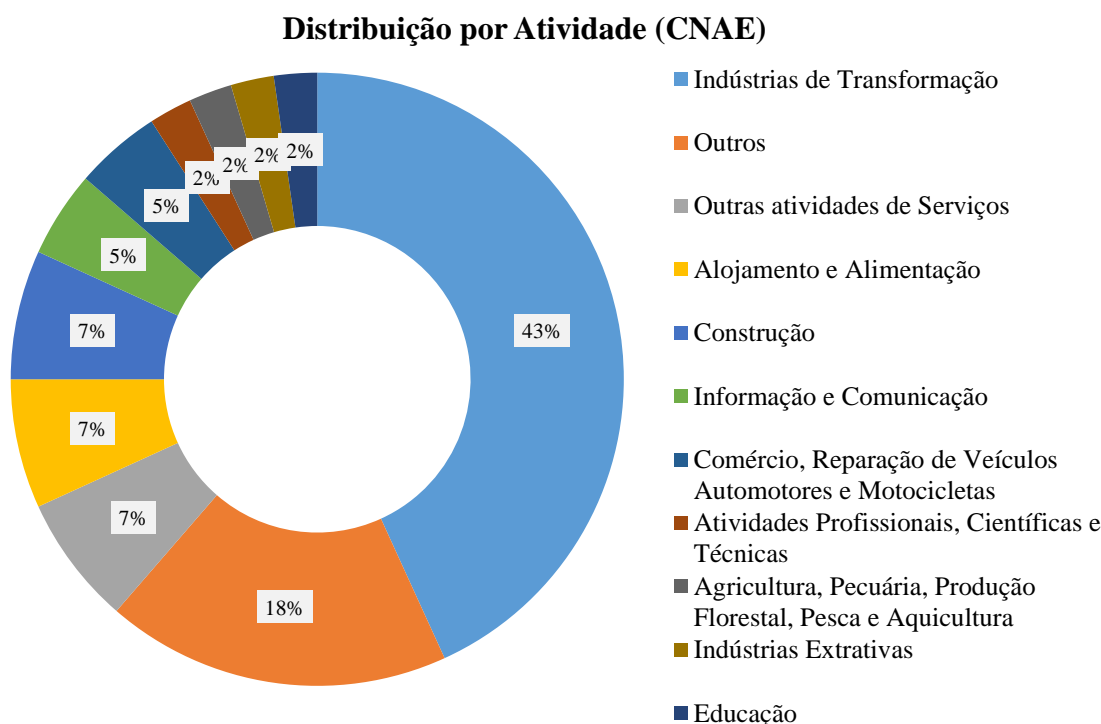
Figura 9 – Grupos Funcionais



Fonte: Autor (2021).

Os resultados da pesquisa foram analisados pelo modelo de regressão linear múltipla, com uma base de dados de 44 empresas de Pequeno e Médio Porte (PMEs), da região Norte do Brasil.

Figura 10 – Distribuição os respondentes por CNAE



Fonte: Autor (2021).

## 4.2 Análise descritiva das variáveis dependentes e independentes

Tabela 5 – Estatísticas Descritivas

<b>Estatísticas Descritivas</b>				
	Variáveis Dependentes	Média	Desvio Padrão	N
Internet das Coisas	IOT	2,91	1,537	44
Computação em Nuvem	CLC	3,73	1,370	44
<i>Big Data and Analytics</i>	BDA	2,93	1,354	44
Simulação	SIM	3,09	1,507	44
Realidade Aumentada	ARL	2,93	1,531	44
Automação Robótica	ROB	3,30	1,488	44
Manufatura Aditiva	I3D	2,75	1,512	44
Integração de Sistemas	SIN	3,66	1,462	44
Cybersegurança	CYB	3,48	1,607	44
	Variáveis Independentes	Média	Desvio Padrão	N
Gestão	MNG	3,34	1,446	44
Estratégia	STG	3,52	1,406	44
Recurso	RSC	2,8523	1,32761	44
Inovação	INV	3,68	1,394	44
Mercado	MKT	3,6061	1,39448	44

Fonte: Autor (2021).

Na Tabela 5, as estatísticas descritivas mostram que, em relação às variáveis dependentes, a maior média deu-se com CLC, ao passo que, nas variáveis independentes, deu-se em MKT.

O comparativo com a pesquisa realizada por Hui (2020) identifica uma confirmação de duas tecnologias - Computação em Nuvem (CLC) e Internet das Coisas (IOT). A Tabela 6 apresenta um comparativo, em forma de ranking, entre as duas pesquisas, destacando as quatro tecnologias mais citadas.

Tabela 6 – Comparativo Pesquisas

<b>HUI (2020)</b>	<b>RKG</b>	<b>GURGEL (2021)</b>	<b>RKG</b>
Internet das Coisas (IOT)	1°	Computação em Nuvem (CLC)	1°
Computação em Nuvem (CLC)	2°	Integração de Sistemas (SIN)	2°
Big Data and Analytics (BDA)	3°	Internet das Coisas (IOT)	3°
Realidade Aumentada (ARG)	4°	Robôs Autônomos (ROB)	4°
Robôs Autônomos (ROB)	5°	Cybersegurança	5°
Simulação (SIM)	6°	Manufatura Aditiva (I3D)	6°
Manufatura Aditiva (I3D)	7°	Big Data and Analytics (BDA)	7°
Integração de Sistemas (SIN)	8°	Simulação (SIM)	8°
Cybersegurança (CYB)	9°	Realidade Aumentada (ARL)	9°

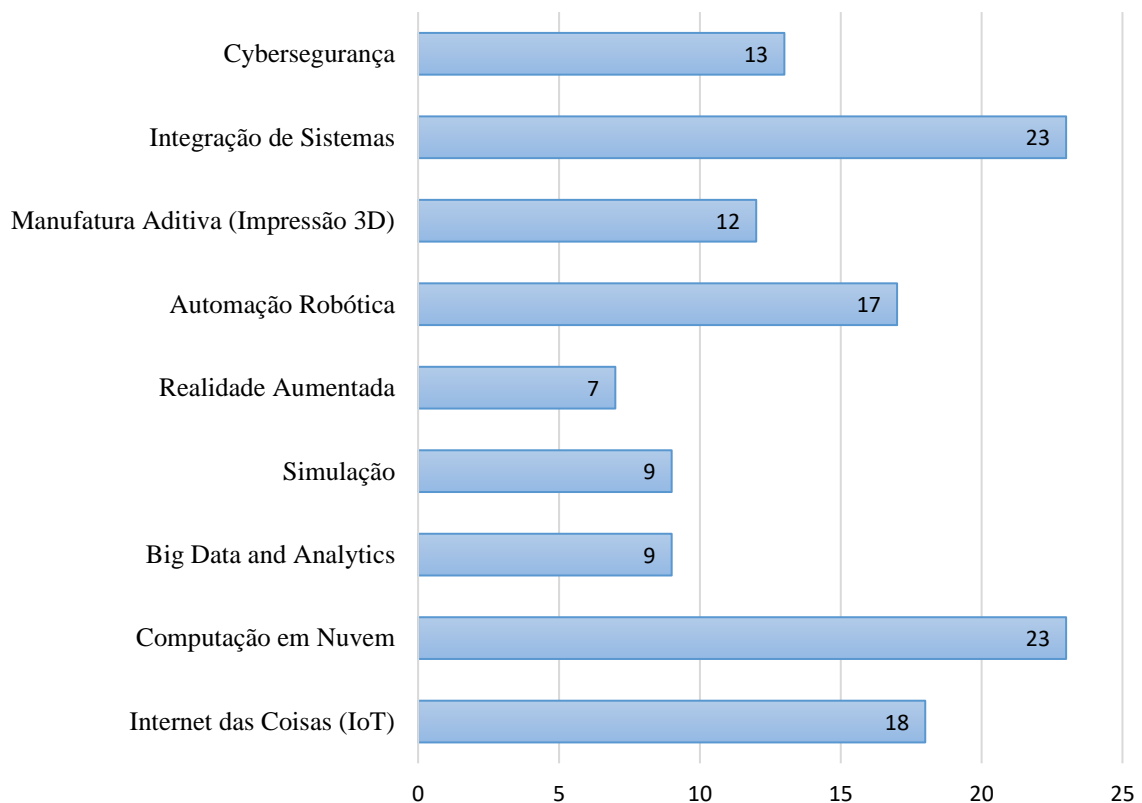
Fonte: Autor (2021).

A Tabela 6 apresenta o estudo de Hui (2020), no qual foram identificadas e contabilizadas as tecnologias da Indústria 4.0 mais citadas, a partir do levantamento da literatura existente. Já a presente pesquisa identificou as tecnologias mais citadas com base nas respostas obtidas a partir da amostra utilizada.

A tabela mostra uma diferença em duas dessas quatro tecnologias. No caso da pesquisa em questão, destacaram-se Integração de Sistemas (SIN) e Robôs Autônomos (ROB), ao passo que, na pesquisa de Hui (2020), foram *Big Data and Analytics (BDA)* e Realidade Aumentada (ARG). Esse fato pode ser explicado pela concentração de empresas do tipo indústria de transformação conforme, demonstra a Figura 10.

Os resultados destacaram quatro tecnologias: Computação em Nuvem (CLC); Integração de Sistemas (SIN); Internet das Coisas (IOT) e Automação Robótica (ROB), conforme a Figura 11.

Figura 11 – Tecnologias mais citadas da pesquisa



Fonte: Autor (2021).

A Tabela 7 apresenta a matriz de correlação, com todas variáveis dependentes e independentes.

Tabela 7 – Matriz de correlações entre as variáveis

	IOT	CLC	BDA	SIM	ARL	ROB	I3D	SIN	CYB	MNG	STG	RSC	INV	MKT
<b>Variáveis dependentes</b>														
IOT	--													
CLC	,617**	--												
BDA	,723**	,667**	--											
SIM	,395**	,654**	,516**	--										
ARL	,244	,490**	,480**	,708**	--									
ROB	,642**	,531**	,599**	,652**	,499**	--								
I3D	,480**	,472**	,685**	,592**	,595**	,809**	--							
SIN	,648**	,707**	,552**	,585**	,509**	,732**	,645**	--						
CYB	,677**	,789**	,603**	,539**	,486**	,689**	,625**	,893**	--					
<b>Variáveis independentes</b>														
MNG	,611**	,741**	,654**	,679**	,547**	,601**	,678**	,804**	,759**	--				
STG	,625**	,619**	,484**	,548**	,482**	,581**	,577**	,813**	,783**	,791**	--			
RSC	,603**	,597**	,538**	,571**	,470**	,635**	,682**	,561**	,574**	,748**	,709**	--		
INV	,616**	,721**	,617**	,656**	,545**	,630**	,602**	,802**	,817**	,782**	,858**	,634**	--	
MKT	,608**	,669**	,626**	,656**	,554**	,640**	,647**	,796**	,781**	,806**	,855**	,646**	,955**	--

\*\* . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Fonte: Autor (2021).

Foram encontradas correlações significativas para todas as variáveis.

### 4.3 Resultados da RM

A seguir, serão apresentados todos os modelos obtidos, nas regressões, para cada variável dependente (IOT, CLC, BDA, SIM, ARL, ROB, I3D, SIN, CYB). Foi utilizado o Software IBM SPSS Corp. Released 2020, para determinação dos modelos. Todos eles atenderam aos pressupostos de linearidade, homocedasticidade, independência de resíduos e normalidade.

#### 4.3.1 Internet das Coisas - IOT

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada para avaliar a intenção de adoção da tecnologia IOT (variável dependente) por parte de uma PME, com base em suas características de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq$  ,050, Probabilidade de F a ser removido  $\geq$  ,100), foi inserida apenas a variável

preditora STG, para a variável dependente IOT. As Tabelas 8, 9, 10 resumem os resultados do modelo.

Como revela a análise dos coeficientes de correlação, a única variável preditora presente no modelo, Estratégia (STG), explica 39,1 % da variação na adoção da tecnologia Internet das Coisas (IOT).

Tabela 8 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo IOT

R Múltiplo	0,625
R <sup>2</sup>	0,391
R <sup>2</sup> Ajustado	0,376
Erro da Estimativa	1,214

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância, o resultado de  $F = 26,934$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que a variável preditora inserida foi substancial em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 9 – Análise de Variância IOT

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	39,711	1	39,711	26,934	,000 <sup>b</sup>
Resíduo	61,925	42	1,474		
Total	101,636	43			

a. Variável Dependente: IOT

b. Preditores: (Constante), STG

Fonte: Autor (2021).

Como existe apenas uma variável independente inserida no modelo, a estatística de colinearidade é 1, conforme esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta da variável STG, apresentado na Tabela 10, revela que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 10 – Modelo de Regressão IOT

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados		Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF	
(Constante)	0,501	0,499		1,004	0,321			
STG	0,684	0,132	0,625	5,190	0,000	1,000	1,000	

Fonte: Autor (2021).

### 4.3.2 Cloud Computing – CLC

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada para avaliar a intenção de adoção da tecnologia CLC (variável dependente) por parte de uma PME, com base em suas características de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq ,050$ , Probabilidade de F a ser removido  $\geq ,100$ ), foram inseridas duas variáveis preditoras, sendo MNG e INV, para a variável dependente CLC. As Tabelas 11, 12 e 13 resumem os resultados do modelo.

A análise dos coeficientes de correlação revela que as duas variáveis preditoras presentes no modelo, Gestão (MNG) e Inovação (INV), explicam 60,0 % da variação na adoção da tecnologia Computação em Nuvem (CLC).

Tabela 11 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo CLC

R Múltiplo	0,775
R <sup>2</sup>	0,600
R <sup>2</sup> Ajustado	0,581
Erro da Estimativa	0,887

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância, o resultado de  $F = 30,755$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que as variáveis preditoras inseridas foram substanciais em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 12 – Análise de Variância CLC

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	48,439	2	24,220	30,755	,000 <sup>b</sup>
Resíduo	32,288	41	0,788		
Total	80,727	43			

a. Variável Dependente: CLC

b. Preditores: (Constante), MNG

c. Preditores: (Constante), MNG, INV

Fonte: Autor (2021).

Com duas variáveis independentes inseridas no modelo, a estatística de colinearidade é 0,388, como esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta da variável MNG e INV, apresentado na Tabela 13, revela que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 13 – Modelo de Regressão CLC

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	0,966	0,385		2,507	0,016		
MNG	0,432	0,150	0,456	2,877	0,006	0,388	2,575
INV	0,358	0,156	0,364	2,297	0,027	0,388	2,575

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3.3 *Big Data and Analytics* – BDA

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada, para avaliar a intenção de adoção da tecnologia BDA (variável dependente) por parte de uma PME, com base em suas características de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq$  ,050, Probabilidade de F a ser removido  $\geq$  ,100), foi inserida apenas a variável preditora MNG, para a variável dependente BDA. As Tabelas 14, 15 e 16 resumem os resultados do modelo.

A análise dos coeficientes de correlação revela que a única variável preditora presente no modelo, Gestão (MNG), explica 42,7 % da variação na adoção da tecnologia *Big Data and Analytics* (BDA).

Tabela 14 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo BDA

R Múltiplo	0,654
R <sup>2</sup>	0,427
R <sup>2</sup> Ajustado	0,414
Erro da Estimativa	1,036

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância, o resultado de  $F = 31,537$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que a variável preditora inserida foi substancial em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 15 – Análise de Variância BDA

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	33,681	1	33,681	31,357	,000 <sup>b</sup>
Resíduo	45,114	42	1,074		
Total	78,795	43			

a. Variável Dependente: BDA

b. Preditores: (Constante), MNG

Fonte: Autor (2021).

Como existe apenas uma variável independente inserida no modelo, a estatística de colinearidade é 1, conforme esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta da variável MNG, apresentado na Tabela 16, revela que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 16 – Modelo de Regressão BDA

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	0,887	0,397		2,232	0,031		
MNG	0,612	0,109	0,654	5,600	0,000	1,000	1,000

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3.4 *Intregation System* – SIN

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada, para avaliar a intenção de adoção da tecnologia SIN (variável dependente) por parte de uma PME, com base em suas características de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq$  ,050, Probabilidade de F a ser removido  $\geq$  ,100), foram inseridas as variáveis predictoras STG e MNG, para a variável dependente SIN. As Tabelas 17, 18 e 19 resumem os resultados do modelo.

A análise dos coeficientes de correlação revela que, com as variáveis predictoras presentes no modelo, Estratégia (STG) e Gestão (MNG), explica 73,0 % da variação na adoção da tecnologia Integração de Sistemas (SIN).



Tabela 17 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo SIN

R Múltiplo	0,855
R <sup>2</sup>	0,730
R <sup>2</sup> Ajustado	0,717
Erro da Estimativa	0,777

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância, o resultado de  $F = 55,554$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que as variáveis preditoras inseridas foram substanciais em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 18 – Análise de Variância SIN

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	67,119	2	33,559	55,554	,000 <sup>c</sup>
Resíduo	24,768	41	0,604		
Total	91,886	43			

a. Variável Dependente: SIN

b. Preditores: (Constante), STG

c. Preditores: (Constante), MNG

Fonte: Autor (2021).

Com duas variáveis independentes inseridas no modelo, a estatística de colinearidade é 0,374, conforme esperado. O valor de  $t$  para o coeficiente padronizado Beta da variável STG e MNG, apresentado na Tabela 19, revela que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 19 – Modelo de Regressão SIN

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	0,474	0,326		1,457	0,153		
STG	0,491	0,138	0,472	3,558	0,001	0,374	2,675
MNG	0,436	0,134	0,431	3,251	0,002	0,374	2,675

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3.5 Augmented Reality – ARL

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada, para avaliar a intenção de adoção da tecnologia ARL (variável dependente) por parte de uma PME, com base em suas características

de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq ,050$ , Probabilidade de F a ser removido  $\geq ,100$ ), foi inserida apenas a variável preditora MKT, para a variável dependente ARL. As Tabelas 20, 21 e 22 resumem os resultados do modelo.

A análise dos coeficientes de correlação revela que, com a única variável preditora presente no modelo, Mercado (MKT), explica 30,6 % da variação na adoção da tecnologia Realidade Aumentada (ARL).

Tabela 20 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo ARL

R Múltiplo	0,554
R <sup>2</sup>	0,306
R <sup>2</sup> Ajustado	0,290
Erro da Estimativa	1,290

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância, o resultado de  $F = 18,555$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que a variável preditora inserida foi substancial em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 21 – Análise de Variância ARL

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	30,855	1	30,855	18,555	,000 <sup>b</sup>
Resíduo	69,910	42	1,655		
Total	100,795	43			

a. Variável Dependente: ARL

b. Preditores: (Constante), MKT

Fonte: Autor (2021).

Como existe apenas uma variável independente inserida no modelo, a estatística de colinearidade é 1, conforme esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta da variável MKT, apresentado na Tabela 22, revela que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 22 – Modelo de Regressão ARL

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	0,740	0,545		1,359	0,181		
STG	0,608	0,141	0,554	4,308	0,000	1,000	1,000

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3.6 *Autonomous Robot* – ROB

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada para avaliar a intenção de adoção da tecnologia ROB (variável dependente) por parte de uma PME, com base em suas características de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq ,050$ , Probabilidade de F a ser removido  $\geq ,100$ ), foram inseridas duas variáveis preditoras, MKT e RSC, para a variável dependente ROB. As Tabelas 23, 24 e 25 resumem os resultados do modelo.

A análise dos coeficientes de correlação revela que, com duas variáveis preditoras presentes no modelo, Mercado (MKT) e Recursos (RSC), explica 49,4 % da variação na adoção da tecnologia Robôs Autônomos (ROB).

Tabela 23 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo ROB

R Múltiplo	0,703
R <sup>2</sup>	0,494
R <sup>2</sup> Ajustado	0,469
Erro da Estimativa	1,084

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância, o resultado de  $F = 20,016$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que as variáveis preditoras inseridas foram substanciais em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 24 – Análise de Variância ROB

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	47,011	2	23,506	20,016	,000 <sup>b</sup>
Resíduo	48,148	41	1,174		
Total	95,159	43			

a. Variável Dependente: ROB

b. Preditores: (Constante), MKT

c. Preditores: (Constante), RSC

Fonte: Autor (2021).

Com duas variáveis independentes inseridas no modelo, a estatística de colinearidade é 0,582, conforme esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta das variáveis MKT e RSC, apresentados na Tabela 25, revelam que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 25 – Modelo de Regressão ROB

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	0,562	0,469		1,199	0,237		
MKT	0,421	1,55	0,395	2,714	0,010	0,582	1,717
RSC	0,425	0,163	0,380	2,608	0,013	0,582	1,717

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3.7 Simulation – SIM

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada, para avaliar a intenção de adoção da tecnologia SIM (variável dependente) por parte de uma PME, com base nas suas características de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq$  ,050, Probabilidade de F a ser removido  $\geq$  ,100), foi inserida apenas a variável preditora MNG, para a variável dependente IOT. As Tabelas 26, 27 e 28 resumem os resultados do modelo.

A análise dos coeficientes de correlação revela que, com a única variável preditora presente no modelo, Gestão (MNG), explica 46,1% da variação na adoção da tecnologia Simulação (SIM).

Tabela 26 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo SIM

R Múltiplo	0,679
R <sup>2</sup>	0,461
R <sup>2</sup> Ajustado	0,449
Erro da Estimativa	1,119

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância o resultado de  $F = 35,984$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que a variável preditora inserida foi substancial em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 27 – Análise de Variância SIM

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	45,052	1	45,052	35,984	,000 <sup>b</sup>
Resíduo	52,584	42	1,252		
Total	97,636	43			

a. Variável Dependente: SIM

b. Preditores: (Constante), MNG

Fonte: Autor (2021).

Como existe apenas uma variável independente inserida no modelo, a estatística de colinearidade é 1, conforme esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta da variável MNG, apresentado na Tabela 28, revela que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 28 – Modelo de Regressão SIM

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	0,729	0,429		1,692	0,098		
MNG	0,708	0,118	0,679	5,999	0,000	1,000	1,000

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3.8 Additive Manufacturing – I3D

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada, para avaliar a intenção de adoção da tecnologia I3D (variável dependente) por parte de uma PME, com base em suas características

de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq$  ,050, Probabilidade de F a ser removido  $\geq$  ,100), foram inseridas as variáveis predictoras RSC e MKT, para a variável dependente I3D. As Tabelas 29, 30 e 31 resumem os resultados do modelo.

Segundo revela a análise dos coeficientes de correlação, com as variáveis predictoras presentes no modelo, Recursos (RSC) e Mercado (MKT), explicam 53,9 % da variação na adoção da tecnologia Manufatura Aditiva (I3D).

Tabela 29 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo I3D

R Múltiplo	0,734
R <sup>2</sup>	0,539
R <sup>2</sup> Ajustado	0,516
Erro da Estimativa	1,051

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância o resultado de  $F = 29,933$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que as variáveis predictoras inseridas foram substanciais em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 30 – Análise de Variância I3D

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	52,921	2	26,461	29,933	,000 <sup>b</sup>
Resíduo	45,329	41	1,106		
Total	98,250	43			

a. Variável Dependente: I3D

b. Preditores: (Constante), RSC

c. Preditores: (Constante), MKT

Fonte: Autor (2021).

Com duas variáveis independentes inseridas no modelo, a estatística de colinearidade é 0,582, conforme esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta das variáveis RSC e MKT, apresentadas na Tabela 31, revela que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 31 – Modelo de Regressão I3D

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	T	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	-0,107	0,455		-0,2236	0,815		
RSC	0,516	0,158	0,453	3,261	0,002	0,582	1,717
MKT	0,384	0,151	0,354	2,549	0,015	0,582	1,717

Fonte: Autor (2021).

#### 4.3.9 Cybersecurity – CYB

A análise de Regressão Múltipla foi utilizada para avaliar a intenção de adoção da tecnologia CYB (variável dependente) por parte de uma PME, com base nas suas características de Gestão (MNG), Estratégia (STG), Recursos (RSC), Inovação (INV) e Mercado (MKT) (variáveis independentes).

Com a utilização do método de Regressão *Stepwise* (Critérios: Probabilidade de F a ser inserido  $\leq$  ,050, Probabilidade de F a ser removido  $\geq$  ,100) foram inseridas as variáveis preditoras INV e MNG, para a variável dependente CYB. As Tabelas 32, 33 e 34 resumem os resultados do modelo.

A análise dos coeficientes de correlação revela que, com as variáveis preditoras presentes no modelo, Inovação (INV) e Gestão (MNG), explica 70,5 % da variação na adoção da tecnologia Cybersegurança (CYB).

Tabela 32 – Coeficientes de correlação e determinação para o modelo CYB

R Múltiplo	0,840
R <sup>2</sup>	0,705
R <sup>2</sup> Ajustado	0,691
Erro da Estimativa	0,894

Fonte: Autor (2021).

Na análise de variância o resultado de  $F = 48,985$  revela que o modelo é significativamente significativo, o que indica que as variáveis preditoras inseridas foram substanciais em acrescentar habilidade preditiva ao modelo (HAIR *et al.*, 2009).

Tabela 33 – Análise de Variância CYB

ANOVA <sup>a</sup>					
Modelo	Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	F	Sig.
Regressão	78,236	2	39,118	48,985	,000 <sup>c</sup>
Resíduo	32,742	41	0,799		
Total	110,977	43			

a. Variável Dependente: CYB

b. Preditores: (Constante), INV

c. Preditores: (Constante), MNG

Fonte: Autor (2021).

Com duas variáveis independentes inseridas, a estatística de colinearidade é 0,388, conforme esperado. O valor de t para o coeficiente padronizado Beta das variáveis INV e MNG, apresentados na Tabela 34, revelam que esse é estatisticamente significativo.

Tabela 34 – Modelo de Regressão CYB

Modelo	Coeficientes não padronizados		Coeficientes padronizados	Significância estatística		Estatísticas de colinearidade	
	B	Erro Padrão	Beta	t	Sig.	Tolerância	VIF
(Constante)	-0,112	0,388		-0,289	0,774		
INV	0,663	0,157	0,575	4,224	0,000	0,388	2,575
MNG	0,344	0,151	0,310	2,275	0,028	0,388	2,575

Fonte: Autor (2021).



## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivos desta pesquisa foram identificar se as características das PMEs influenciam na adoção das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 e se as suas características estão mais associadas à propensão de adoção dessas tecnologias, visto que estudos apontam diferenças nas taxas de adoção, conforme o porte da empresa (CALABRESE; LEVIALDI GHIRON; TIBURZI, 2020).

Segundo mostraram os resultados, Estratégia (STG) influencia na intenção de adoção geral das tecnologias da Indústria 4.0, resultado alinhado com o olhar estratégico, visto que o acirramento dos níveis de competição torna essencial aumentar a capacidade de inovação e produtividade, bem como reduzir o tempo de colocação no mercado e realizar investimentos em novas tecnologias digitais, de maneira a ter vantagem competitiva frente aos concorrentes (BAUER *et al.*, 2015; HORTOVÁNYI, 2016, 2017; LASI *et al.*, 2014).

Ainda sobre a característica Estratégia (STG) como influenciadora na adoção geral, quando se analisa sob a ótica da agregação de valor, ao adotar a Indústria 4.0, Muller *et al.* (2018) observaram que isso afeta três pontos das PMEs Industriais: criação de valor, captura de valor e oferta de valor.

A Tabela 35 apresenta um resumo dos resultados, com as características das PMEs que influenciam na intenção de adoção de cada tecnologia da Indústria 4.0 apontada nesta pesquisa, com base na literatura.

Tabela 35 – Características PMEs x Adoção das Tecnologias

Características PMEs	Adoção de(as) Tecnologia(s)	Influência na Propensão de Adoção	% Participação da Característica na Propensão das Tecnologias I4.0
Gestão (MNG)	Computação em Nuvem (CLC)	5	56%
	<i>Big Data and Analytics</i> (BDA)		
	Sistemas Integrados (SIN)		
	Simulação (SIM)		
	Cybersegurança (CYB)		
Estratégia (STG)	Internet das Coisas (IOT)	2	22%
	Integração de Sistemas (SIN)		
Mercado (MKT)	Robôs Autônomos (ROB)	2	22%
	Realidade Aumentada (ARL)		
	Manufatura Aditiva (I3D)		
Inovação (INV)	Computação em Nuvem (CLC)	3	33%
	Cybersegurança (CYB)		
Recursos (RSC)	Robôs Autônomos (ROB)	2	22%
	Manufatura Aditiva (I3D)		
	Realidade Aumentada (ARL)		

Fonte: Autor (2021).

Como foi demonstrado, a variável Gestão (MNG) é a característica que mais aparece, quando comparada às demais. Nesse contexto, a adoção de tecnologia da Indústria 4.0 permite coletar e processar dados de produção do campo e oferece vantagens como tomada de decisão mais rápida e apoio à gestão do conhecimento (CIMINI *et al.*, 2017; INTEZARI; GRESSEL, 2017; UDEN; HE, 2017).

Os resultados mostraram que a característica Gestão (MNG) influencia na intenção de adoção das tecnologias mais associadas à geração e armazenamento de dados e informações, como CLC, SIN BDA (ATTARAN; WOODS, 2018; BAGHERI *et al.*, 2015; KWON; LEE; SHIN, 2014). Isso pode contribuir para a melhoria do processo de tomada de decisão, no qual Angeloni (2003) destaca a importância de ter dados disponíveis, informações e conhecimentos, considerando o papel essencial da tecnologia na comunicação e armazenamento de dados e informações, bem como para o compartilhamento do conhecimento.

De acordo com os resultados obtidos, a característica Mercado (MKT) influencia na intenção de adoção de ROB, I3D e ARL, de maneira que, ao analisar a influência da característica Mercado (MKT) sobre as tecnologias citadas, os resultados de Prause (2019) apontaram que a incerteza do mercado em que a empresa está inserida é um fator significativo, em curto e médio prazo, para a adoção de tecnologias da Indústria 4.0.

A característica Recurso (RSC) também influencia nas tecnologias ROB, I3D e ARL, pois requer investimentos financeiros maiores e mão de obra qualificada, em comparação com as demais. Dois pontos destacam-se como as maiores barreiras à implementação das tecnologias da Indústria 4.0 de acordo com Cardoso, Motta e Silva (2020) e com o estudo de Rauch, Dallasega e Unterhofer (2019). Segundo esse, as novas tecnologias devem ser fáceis e acessíveis, por exemplo, com o uso de robôs. Normalmente, falta mão de obra qualificada para trabalhar com essas tecnologias, bem como recursos financeiros, o que dificulta o acesso às tecnologias que demandam maior investimento.

## 6 CONCLUSÃO

Portanto, no que toca à proposta de trabalho, os objetivos foram atingidos. Identificaram-se as características das PMEs que influenciam na propensão de adoção das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0. Uma vez tendo sido identificadas, na literatura, as características operacionais das PMEs e as tecnologias da Indústria 4.0 estão relacionadas às operações das PMEs, bem como quais características das PMEs estão mais associadas à propensão de adoção das tecnologias da Indústria 4.0.

As PMEs possuem requisitos e barreiras diferentes para adotar tecnologias da Indústria 4.0, quando comparadas a grandes empresas, principalmente no que diz respeito aos recursos de mão de obra qualificada necessária ou capacidade e/ou acesso à capital suficiente para investimentos. Nesse contexto, parcerias com instituições educacionais e de pesquisa podem contribuir para qualificar e desenvolver mão de obra. Outra opção seria criar políticas públicas alinhadas com a facilitação de acesso a capital, para investimentos que viabilizassem o acesso das PMEs às tecnologias da Indústria 4.0.

O presente estudo apontou, de maneira geral, as características das PMEs. A estratégia (STG) influencia, de maneira geral, a intenção de adoção das tecnologias da Indústria 4.0, de maneira que iniciativas governamentais, bem como de instituições educacionais e de pesquisa podem contribuir, direcionando ações voltadas ao potencial e vantagens estratégicas agregadas pelas tecnologias da Indústria 4.0 às PMEs.

Nas análises, os resultados da influência das características das PMEs, individualmente, na intenção de adoção de cada tecnologia da Indústria 4.0 citada neste estudo, Gestão (MNG) apresentou influência de cinco das nove tecnologias aqui listadas. Dessas, três estão relacionadas com geração e armazenamento de dados e informações. São tecnologias de menor custo que, levando em conta o perfil das PMEs, representam uma boa opção de acesso à Indústria 4.0. Considerando esse contexto, ações por parte dos órgãos e instituições que se propõem a apoiar as PMEs, podem priorizar orientação e capacitação para essas tecnologias, de modo potencializar sua adoção pelas PMEs.

Mercado (MKT) e Recursos (RSC) apresentaram influência na intenção de adoção das tecnologias como ROB, I3D e AR, considerando que podem apresentar complexidade maior e demandar mão de obra mais qualificada, assim como mais recursos financeiros e infraestrutura. Nesse sentido, demandariam ações de políticas públicas bem como de instituições educacionais, de pesquisa e de suporte às PMEs, a fim de viabilizar acesso, atuando na orientação e qualificação da mão de obra. Os fornecedores dessas tecnologias também poderiam buscar

soluções mais alinhadas ao perfil das PMEs, seja facilitando o uso, seja qualificando a mão de obra. A capacidade de investimento também contribuiu significativamente para o acesso.

Quanto às limitações deste estudo, destaque-se a aplicação em apenas uma região do país e o tamanho da amostra utilizada. Com relação às implicações gerenciais, proprietários de empresas, gestores e fornecedores de tecnologias podem elaborar estratégias de implementação das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0 em PMEs, considerando tanto as características que influenciam sua adoção quanto as características das PMEs que influenciam a propensão de adoção de cada tecnologia. Podem, ainda, considerar o desenvolvimento de competências necessárias à absorção das tecnologias aplicadas à Indústria 4.0. Para estudos futuros, sugere-se ampliar esse contexto de pesquisa para outras regiões e aplicar esse modelo em setores específicos.

## REFERÊNCIAS

- AHUNJONOV, U. *et al.* Characteristics of Small and Medium Enterprise Innovativeness: Cases of Uzbekistan and China. **The International Journal of Management Science and Business Administration**, v. 1, n. 1, p. 12–27, 2014.
- AIMAN, M. *et al.* Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic. **Jurnal Teknologi**, v. 13, p. 137–143, 2016.
- ALCÁCER, V.; CRUZ-MACHADO, V. Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 22, n. 3, p. 899–919, 2019.
- ANGELONI, M. T. Elementos intervenientes na tomada de decisão. **Ciência da Informação**, v. 32, n. 1, p. 17–22, 2003.
- ASDECKER, B.; FELCH, V. **Development of an Industry 4.0 maturity model for the delivery process in supply chains**. [s.l: s.n.]. v. 13, 2018.
- ATTARAN, M.; WOODS, J. Cloud computing technology : improving small business performance using the Internet. **Journal of Small Business & Entrepreneurship**, v. 0, n. 0, p. 1–25, 2019.
- \_\_\_\_\_. Cloud computing technology: improving small business performance using the Internet. **Journal of Small Business and Entrepreneurship**, v. 6331, 2018.
- BAGHERI, B. *et al.* Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment. **IFAC-PapersOnLine**, v. 48, n. 3, p. 1622–1627, 2015.
- BAHRIN, Mohd Aiman Kamarul *et al.* Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic. **Jurnal Teknologi**, v. 78, n. 6-13, 2016.
- BAUER, W. *et al.* Transforming to a Hyper-connected Society and Economy – Towards an “Industry 4.0”. **Procedia Manufacturing**, v. 3, n. Ahfe, p. 417–424, 2015.
- BNDES. **Classificação de Porte**. 2020. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/porte-de-empresa>. Acesso em: 24 fev. 2020.
- CALABRESE, A.; LEVIALDI GHIRON, N.; TIBURZI, L. ‘Evolutions’ and ‘revolutions’ in manufacturers’ implementation of industry 4.0: a literature review, a multiple case study, and a conceptual framework. **Production Planning and Control**, v. 0, n. 0, p. 1–15, 2020.
- CARDOSO, C. A.; MOTTA, D. M. DA S.; SILVA, S. M. DA. A construção do conhecimento na educação ambiental do ensino superior: Estudo sobre a lei de diretrizes e bases. **SimPEAD**, 2020.

CHONG, L.; RAMAKRISHNA, S.; SINGH, S. A review of digital manufacturing-based hybrid additive manufacturing processes. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 95, n. 5–8, p. 2281–2300, 2018.

CIMINI, C. *et al.* The Transition Towards Industry 4.0: Business Opportunities and Expected Impacts for Suppliers and Manufacturers. In: **IFIP International Conference on Advances in production Management systems**, p. 119–126, 2017.

COSGROVE, J. Steps towards digitization of manufacturing in an SME environment. **Procedia Manufacturing**, v. 38, n. 2019, p. 540–547, 2020.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FATORACHIAN, H.; KAZEMI, H. Impact of Industry 4.0 on supply chain performance. **Production Planning and Control**, v. 0, n. 0, p. 1–19, 2020.

FELDERER, M. *et al.* Innovations in enterprise information systems management and engineering. In: **4th international conference, ERP Future 2015**. Research munich, Germany, November 16-17, 2015 revised papers. Lecture Notes in Business Information Processing, v. 245, p. 121–137, 2016

FREITAS, H. *et al.* **O Método de pesquisa Survey** *Revista de Administração*, 2000. Disponível em: [www.rausp.usp.br/download.asp?file=3503105.pdf](http://www.rausp.usp.br/download.asp?file=3503105.pdf)? Acesso em: 20 mar. 2020.

**G1. Regiões Norte e Sul lideraram crescimento econômico no ano passado, mostra estudo**. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/02/28/regioes-norte-e-sul-lideraram-crescimento-economico-no-ano-passado-mostra-estudo.ghtml>. Acesso em: 25 fev. 2020.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 184 p., 2010.

GHARAKHANI, D.; MOUSAKHANI, M. Knowledge management capabilities and SMEs' organizational performance. **Journal of Chinese Entrepreneurship**, v. 4, n. 1, p. 35–49, 2012.

GHOBIADIAN, A.; GALLEAR, D. N. Total quality management in SMEs. **Omega**, v. 24, n. 1, p. 83–106, 1996.

HAIR, J. F. *et al.* **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HECKLAU, F. *et al.* Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 1–6, 2016.

- HORVÁTH, D.; SZABÓ, R. Z. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 146, n. March, p. 119–132, 2019.
- HORTOVÁNYI, L. The Dynamic Nature of Competitive Advantage of the Firm. **Advances in Economics and Business**, v. 4, n. 11, p. 634–639, 2016.
- HUI, T. H. **Indústria 4.0 no contexto das Pequenas e Médias Empresas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Paulista, São Paulo, 2020.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **As micro e pequenas empresas comerciais e de serviços no Brasil 2001**, 2003.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Uso de Internet, Televisão e Celular no Brasil**. 2018. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- INTEZARI, Ali; GRESSEL, Simone. Information and reformation in KM systems: big data and strategic decision-making. **Journal of Knowledge Management**, v. 21, n. 1, p. 71–91, 2017.
- ISSA, A.; LUCKE, D.; BAUERNHANSL, T. Mobilizing SMEs Towards Industrie 4.0-enabled Smart Products. **Procedia CIRP**, v. 63, p. 670–674, 2017.
- ITAÚ. **Índice Itaú de Atividade dos Estados**. Disponível em: [https://www.itau.com.br/\\_arquivosstaticos/itauBBA/contents/common/docs/09032018\\_MA\\_CROVISOAO\\_IndiceItauAtividadeEstados.pdf](https://www.itau.com.br/_arquivosstaticos/itauBBA/contents/common/docs/09032018_MA_CROVISOAO_IndiceItauAtividadeEstados.pdf). Acesso em: 25 fev. 2020.
- INTEZARI, A.; GRESSEL, S. Information and reformation in KM systems: big data and strategic. **Journal of Knowledge Management**, v. 21, n. 1, p. 71–91, 2017.
- KAGERMANN; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. **Final report of the Industrie 4.0 WG**, n. April, 2013.
- KANNUS, K.; ILVONEN, I. Future Prospects of Cyber Security in Manufacturing: Findings from a Delphi Study. **Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences**, p. 4762–4771, 2018.
- KAMBLE, S. S. *et al.* Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chains. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 48, n. January, p. 154–168, 2019.
- KATONA, F. Examination timelines of small businesses marketing planning. **Possibilities for development of business cluster network between SMEs from Visegrad countries and Serbia, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Engineering Management Department (EMD), Bor**, p. 99-108, 2014.
- KILIMIS, P. *et al.* A Survey on Digitalization for SMEs in Brandenburg, Germany. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 2140–2145, 2019.

KWON, O.; LEE, N.; SHIN, B. Data quality management, data usage experience and acquisition intention of big data analytics. **International Journal of Information Management**, v. 34, n. 3, p. 387–394, 2014.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de pesquisa metodológica científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LANDHERR, M.; SCHNEIDER, U.; BAUERNHANSL, T. The Application Center Industrie 4.0 - Industry-driven Manufacturing, Research and Development. **Procedia CIRP**, v. 57, p. 26–31, 2016.

LASI, H. *et al.* Industry 4.0. **Business&Information Systems Engineering**, v. 132, p. 205–215, 2014.

LI, W. *et al.* e-Leadership through strategic alignment: An empirical study of small- and medium-sized enterprises in the digital age. **Journal of Information Technology**, v. 31, n. 2, p. 185–206, 2016.

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos de metodologia científica**. [s.l: s.n.].

MITTAL, S. *et al.* A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). **Journal of Manufacturing Systems**, v. 49, n. November, p. 194–214, 2018.

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

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

MOEUF, A. *et al.* Identification of critical success factors, risks and opportunities of Industry 4.0 in SMEs. **International Journal of Production Research**, v. 7543, 2019.

MOTYL, B. *et al.* How will Change the Future Engineers' Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n. June, p. 1501–1509, 2017.

MOURTZIS, D.; DOUKAS, M.; BERNIDAKI, D. Simulation in manufacturing: Review and challenges. **Procedia CIRP**, v. 25, n. C, p. 213–229, 2014.

MÜLLER, J. M. Assessing the barriers to Industry 4.0 implementation from a workers' perspective. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 2189–2194, 2019.



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

NASCIMENTO, Francisco Paulo do; SOUSA, Flávio Luís Leite. **Metodologia da pesquisa científica teoria e prática: como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016.

NEE, A. Y. C. *et al.* Augmented reality applications in design and manufacturing. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 61, n. 2, p. 657–679, 2012.

ÖZBUĞDAY, F. C. *et al.* Resource efficiency investments and firm performance: Evidence from European SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 252, 2020.

PERFIL DA INDÚSTRIA. Perfil da Indústria nos Estados - Rondônia. Portal da Indústria. 2020. Disponível em: <https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/ro/>. Acesso em: 10 out. 2021.

PRAUSE, M. Challenges of Industry 4.0 technology adoption for SMEs: The case of Japan. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 20, 2019.

QUEIROZ, M. M. *et al.* Smart production systems drivers for business process management improvement An integrative framework. **Business Process Management Journal**, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/1463-7154.htm>. Acesso em: 15 set. 2021.

RAUCH, E.; DALLASEGA, P.; UNTERHOFER, M. Requirements and Barriers for Introducing Smart Manufacturing in Small and Medium-Sized Enterprises. **IEEE Engineering Management Review**, v. 47, n. 3, p. 87–94, 2019.

REIS, D. A. Indicadores Regionais de Inovação: uma avaliação através dos dados da PINTEC. **International Symposium on Technological Innovation**, v. 3, p. 729–745, 2018.

SALKIN, C. *et al.* A Conceptual Framework for Industry 4.0. In: **Industry 4.0: managing the digital transformation**, p. 3–23, 2017.

SAUCEDO-MARTÍNEZ, J. A. *et al.* Industry 4.0 framework for management and operations: a review. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, v. 9, n. 3, p. 789–801, 2018.

SEBRAE. **Anuário do trabalho nos pequenos negócios 2017**. 8. ed. São Paulo: DIEESE, 2017.

SEBRAE. **MPE Conceito Empregados**. 2013. Disponível em: [https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa\\_2013.pdf](https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf). Acesso em: 24 fev. 2020.

SEVINÇ, A.; GÜR, Ş.; EREN, T. Analysis of the difficulties of SMEs in industry 4.0 applications by analytical hierarchy process and analytical network process. **Processes**, v. 6, n. 12, 2018.

SEZER, O. B.; DOGDU, E.; OZBAYOGLU, A. M. Context-Aware Computing, Learning, and Big Data in Internet of Things: A Survey. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 5, n. 1, p. 1–27, 2018.

SZCZEPANSKA-WOSZCZYNA, K. Determinants of innovation activities in small and medium-sized enterprises in Poland. **Journal of Advanced Research in Management**, v. 5, n. 2(10 SRC-BaiduScholar FG-0, p. 65–73, 2014.

TAURINO, T.; VILLA, A. A method for applying Industry 4.0 in Small Enterprises. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 439–444, 2019.

TROTTA, D.; GARENGO, P. Assessing Industry 4.0 Maturity: An Essential Scale for SMEs. **Proceedings of 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019**, p. 69–74, 2019.

TUPA, J.; SIMOTA, J.; STEINER, F. Aspects of Risk Management Implementation for Industry 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 11, n. June, p. 1223–1230, 2017.

UDEN, L.; HE, W. How the Internet of Things can help knowledge management: a case study from the automotive domain. **Journal of Knowledge Management**, v. 21, n. 1, p. 57–70, 2017.

VAIDYA, S.; AMBAD, P.; BHOSLE, S. Industry 4.0 - A Glimpse. **Procedia Manufacturing**, v. 20, p. 233–238, 2018.

VON SOLMS, R.; VAN NIEKERK, J. From information security to cyber security. **Computers and Security**, v. 38, p. 97–102, 2013.

WU, Q.; LIU, Y.; WU, C. An overview of current situations of robot industry development. **ITM Web of Conferences**, v. 17, p. 03019, 2018.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

## ANEXOS

### Anexo I – Questionário de pesquisa

#### INDÚSTRIA 4.0 NO CONTEXTO DE PMEs NA REGIÃO NORTE

As perguntas a seguir estarão distribuídas em 2 sessões associadas aos tópicos: Informações sobre as empresas participantes e Tecnologias Aplicadas à aplicadas á Indústria 4.0

#### Sessão 1

<b>01</b>	<b>Ano de Fundação da Empresa</b>

<b>02</b>	<b>Qual o cargo do respondente deste questionário na empresa?</b>	<b>Opção</b>
	Líder de Equipe	
	Supervisor / Coordenador	
	Gerente	
	Presidente / Proprietário	

<b>03</b>	<b>Em qual desses grupos funcionais você acredita que o seu departamento melhor se encaixa?</b>	<b>Opção</b>
	Engenharia do Produto / Desenvolvimento	
	Manufatura (Indústria) / Qualidade	
	Planejamento / Logística	
	Administrativo (Compras, Finanças, Recursos Humanos etc.)	
	Serviços / Pós-vendas	

<b>04</b>	<b>Qual a quantidade de funcionários de sua empresa?</b>	<b>Opção</b>
	Até 19	
	De 20 a 99	
	De 100 a 499	
	Acima de 500	

<b>05</b>	<b>Qual o faturamento médio anual da empresa em reais?</b>	<b>Opção</b>
	De 360 mil a 4,8 milhões	
	De 4,8 milhões a 300 milhões	
	Acima de 300 milhões	

## Seção 2

<b>Q1. Com relação a adoção de alguma(s) tecnologia(s) da Indústria 4.0, minha empresa tem intenção de adotar.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Q2. Por favor seu nível atual de propensão a adotar cada uma das tecnologias aplicadas à aplicadas á Indústria 4.0 a seguir:</b>					
Internet das Coisas (IoT)	1	2	3	4	5
Computação em Nuvem	1	2	3	4	5
Big Data and Analytics	1	2	3	4	5
Simulação	1	2	3	4	5
Realidade Aumentada	1	2	3	4	5
Automação Robótica	1	2	3	4	5
Manufatura Aditiva (Impressão 3D)	1	2	3	4	5
Integração de Sistmas	1	2	3	4	5
Cyberseguranca	1	2	3	4	5
<b>Q3. Por favor avalie o nível de comprometimento e suporte que a alta gestão e liderança de sua empresa fornecem ou forneceria para a implementação de tecnologias aplicadas à aplicadas á Indústria 4.0 (Gestão)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Q4. Por favor avalie o nível importância que sua empresa as tecnologias aplicadas à aplicadas á Indústria 4.0 para a estratégia do seu negócio (Estratégia)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Q5. Por favor avalie no nível de qualificação de seus colaboradores para implementar e trabalhar com a(s) tecnologia(s) aplicadas à aplicadas á Indústria 4.0 (Recursos Humanos)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Q6. Por favor avalie a disponibilidade de recursos financeiros suficientes ou de captar tais recursos para aquisição e manutenção da infraestrutura necessária para adoção / utilização de tecnologia(s) aplicadas à aplicadas á Indústria 4.0 (Recursos Financeiros / Infraestrutura)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Q7. Por favor avalie o nível de importância que sua empresa atribui a(s) tecnologia(s) aplicadas à aplicadas á Indústria 4.0 para melhoria nos produtos e serviços, atendimento aos clientes e ampliação de atuação em mercados (Mercado)	1	2	3	4	5
Q8. Por favor avalie o nível de importância que sua empresa atribui a(s) tecnologia(s) aplicadas à aplicadas à Indústria Indústria 4.0 para obtenção de vantagem competitiva frente aos concorrentes (Mercado)	1	2	3	4	5
Q9. Por favor avalie o nível de importância que sua empresa atribui a(s) tecnologia(s) aplicadas à aplicadas à Indústria Indústria 4.0 para inovação em seu negócio (Inovação)	1	2	3	4	5