



# **PROJETO DE GRADUAÇÃO**

**UM MODELO PARA IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE  
DE DIGITALIZAÇÃO DE PMES PARA O ALCANCE DA EFICÁCIA DA  
CADEIA DE VALOR**

Por,  
**DANIEL SINDEAUX BRAGA**  
**16/0151554**

**Brasília, 05 de maio de 2022**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

# UM MODELO PARA IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE MATURIDADE DE DIGITALIZAÇÃO DE PMES PARA O ALCANCE DA EFICÁCIA DA CADEIA DE VALOR

POR,

**Daniel Sindeaux Braga**

Relatório submetido como requisito para obtenção da aprovação  
Em projeto de Graduação em Engenharia de Produção 2

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dra. Márcia Terezinha Longen Zindel (Orientadora)  
Universidade de Brasília

---

Prof. Dr. João Mello da Silva  
Universidade de Brasília

---

Dr. Mateus Halbe Torres  
Universidade de Brasília

Brasília, 05 de maio de 2022

Dedico este trabalho a experiência da orientadora Márcia Zindel do curso de engenharia de produção, ao apoio de familiares e amigos, assim como a sabedoria de Deus. Sem eles nada disso seria possível.

## RESUMO

O seguinte trabalho tem como objetivo propor um modelo de maturidade para identificar o nível de digitalização de pequenas e médias empresas (PME) que contribua para o alcance da eficácia da cadeia de valor no Brasil. A digitalização é a perspectiva estratégica que utiliza de tecnologias para possibilidades extraordinárias em produtos e negócios. Para alcance dessa proposta, é definido também sua importância histórica, assim como são apresentados os principais modelos existentes relativos à maturidade de digitalização. Ao desenvolver um estudo bibliográfico dos últimos 15 anos sobre o tema e uma análise das necessidades do cliente com uso do método de desdobramento da qualidade total, os resultados encontrados apresentam um modelo dinâmico que permite pequenas e médias empresas tratarem suas necessidades mais importantes, considerando diferentes cenários. Além disso, são sugeridas algumas ferramentas de apoio para conduzir melhorias contínuas sobre processos e decisões estratégicas.

**Palavras-chave:** Digitalização, Maturidade, PME, Modelo de Negócio, Performance, Indústria 4.0

## **ABSTRACT**

The following work aims to propose a maturity model to identify the level of digitization of small and medium-sized enterprises (SMEs) that contributes to achieving the efficacy of the value chain in Brazil. Digitization is the strategic perspective that uses technologies for extraordinary possibilities in products and businesses. In order to reach this proposal, its historical importance is also defined, as well as the main existing models related to digitization maturity are presented. By developing a bibliographic study of the last 15 years on the subject and an analysis of customer needs using the total quality development analysis, the results found present a dynamic model that allows small and medium-sized companies to address their most important needs, considering different scenarios. In addition, some support tools are suggested to drive continuous improvements on processes and strategic decisions.

**Keywords:** Digitization, Maturity, SME, Business Model, Performance, Industry 4.0

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 — Estrutura do Trabalho .....   | 13 |
| Figura 2 — Método para desenvolvimento de qualidade total proposto Don P. Clausin<br>..... | 19 |
| Figura 3 — Número de publicações ano a ano .....   | 25 |
| Figura 4 — Número de citações ano a ano .....  | 26 |
| Figura 5 — Palavras Chaves.....  | 29 |
| Figura 6 — Matriz de relacionamento .....  | 41 |
| Figura 7 — Modelo de maturidade .....  | 45 |
| Figura 8 — Parâmetros e seus níveis .....  | 46 |
| Figura 9 — Ciclo PDCA.....   | 48 |
| Figura 10 — Ciclo de vida .....  | 49 |
| Figura 11 — Espiral de Nonaka .....  | 52 |

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 — Perspectiva estratégica das empresas .....  | 33 |
| Quadro 2 — Indicadores de necessidades .....   | 38 |
| Quadro 3 — Direcionamentos de melhorias de indicadores de clientes .....                     | 40 |
| Quadro 4 — Resumo de fundamentações teóricas para a construção do modelo de maturidade ..... | 44 |
| Quadro 5 — Possíveis crises para cada fase.....  | 50 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 — Áreas de pesquisa .....  | 23 |
| Tabela 2 — Países com maior número de publicação .....                          | 23 |
| Tabela 3 — Agências financiadoras com maior número de artigos financiados ..... | 24 |
| Tabela 4 — Autores mais citados.....  | 26 |
| Tabela 5 — Artigos mais citados.....  | 27 |
| Tabela 6 — Modelos mais relevantes .....  | 34 |
| Tabela 7 — Expectativas do consumidor e sua priorização .....                   | 39 |
| Tabela 8 — Peso relativo para funções do modelo .....                           | 42 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|      |   |
|------|---|
| CFs  | Ciber Físicos                               |
| EC   | Expectativa do Cliente                      |
| IF   | Importância da Função                       |
| ISI  | <i>Institute for Scientific Information</i> |
| MR   | Matriz de Relacionamento                    |
| PIB  | Produto interno bruto                       |
| PMEs | Pequenas e Médias Empresas                  |
| QFD  | <i>Quality Function Deployment</i>          |

## SUMÁRIO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Introdução .....   | 10 |
| 1.1   | Objetivo Geral.....  | 10 |
| 1.2   | Objetivos Específicos .....  | 11 |
| 1.3   | Justificativa .....  | 11 |
| 1.4   | Estrutura Do Trabalho .....  | 13 |
| 2     | Fundamentação Teórica.....   | 14 |
| 3     | Metodologia.....   | 16 |
| 3.1   | Problema Da Pesquisa.....  | 16 |
| 3.2   | Hipóteses Investigadas .....                                       | 16 |
| 3.3   | Tipo De Pesquisa .....   | 17 |
| 3.4   | Descrição Do Método De Coleta De Dados .....                       | 17 |
| 3.4.1 | Metodologia Utilizada Para Coleta De Dados .....                   | 18 |
| 3.4.2 | Metodologia Utilizada Para Construção Do Modelo De Maturidade..... | 18 |
| 4     | Revisão De Literatura.....   | 21 |
| 4.1   | Preparação Da Pesquisa.....  | 21 |
| 4.2   | Apresentação E Interrelação De Dados .....                         | 22 |
| 4.2.1 | Análise E Apresentação Das Revistas Mais Relevantes.....           | 22 |
| 4.2.2 | Definição Da Base De Dados .....                                   | 22 |
| 4.2.3 | Evolução Do Tema Ano A Ano .....                                   | 24 |
| 4.2.4 | Análise Dos Autores E Artigos .....                                | 26 |
| 4.2.5 | Análise De Palavras Chaves .....                                   | 29 |
| 5     | Análise Dos Resultados .....                                       | 31 |
| 5.1   | Apresentação Dos Dados Utilizados .....                            | 31 |
| 5.1.1 | Perspectiva Estratégica Das Empresas .....                         | 31 |
| 5.1.2 | Principais Modelos Para Digitalização No Mercado .....             | 33 |
| 5.2   | Proposta De Modelo De Digitalização Para Pmes .....                | 37 |
| 5.2.1 | Expectativas Do Consumidor .....                                   | 37 |
| 5.2.2 | Expectativas Do Produto .....                                      | 39 |
| 5.2.3 | Matriz De Relacionamento .....                                     | 40 |
| 5.2.4 | Importância Da Expectativa.....                                    | 41 |
| 5.3   | Modelo De Maturidade .....   | 43 |
| 5.3.1 | Benefícios Do Modelo De Maturidade .....                           | 47 |
| 5.3.2 | Sistema Contínuo De Maturidade.....                                | 47 |
| 6     | Conclusão .....  | 53 |
|       | Referências .....  | 55 |

## 1 INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais são ferramentas poderosas que capacitam empresas a entregar valor em seus negócios (Cohen e Kietzmann, 2014), sendo essenciais para o desenvolvimento de organizações que buscam inovação na perspectiva estratégica ainda que envolvam temas confusos e abstratos. De acordo com Mezger, 2014, isso pode ser atribuído pela complexidade de se realizar exploração de oportunidades tecnológicas, averiguando-se como um desafio propenso a qualquer negócio.

No contexto de mercados menores como o do setor de PME (pequenas e médias empresas), essa barreira pode ser especialmente mais difícil de ser superada. Arnold, 2016, afirma que o grande número de novas oportunidades impulsionadas pela digitalização pressionou essas empresas a reconsiderar seus atuais processos ou refletir criticamente sobre sua estratégia atual, porém, não necessariamente estão preparadas para tomar as ações necessárias para alcançar os requisitos mínimos.

Para esse conflito, existem muitos estudos que oferecem uma perspectiva para balancear a necessidade do desenvolvimento do negócio por meio da digitalização e suas barreiras. Contudo, grande parte da literatura concorda que a solução deve ser realizada por meio de uma estrutura da cadeia de valor, os mecanismos de captura de valor que a empresa implanta, e como esses elementos estão ligados entre si em uma arquitetura (BOUWMAN, 2019).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é propor um modelo de maturidade do nível de digitalização de pequenas e médias empresas, para agregar valor e resultados mais eficientes para processos operacionais. Assim, foi utilizada uma metodologia quantitativa e qualitativa de pesquisa bibliográfica e desenvolvimento de qualidade total, resgatando o histórico sobre digitalização nos últimos 15 anos e as perspectivas que o modelo deve apresentar para superar as expectativas de PMEs.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Propor um modelo de maturidade para identificar o nível de digitalização de pequenas e médias empresas que contribua para o alcance da eficácia da cadeia de valor.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Serão desenvolvidos três objetivos específicos, que irão delimitar mais precisamente o escopo deste trabalho. São eles:

- Definir o que é digitalização e sua importância histórica.
- Apresentar os principais modelos relativos à maturidade de digitalização que existem no histórico.
- Sugerir um modelo de maturidade de nível de digitalização para pequenas e médias empresas no Brasil.
- Exibir ferramentas adicionais para apoio da avaliação contínua de decisões estratégicas.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Na perspectiva empresarial, a tecnologia pode ser atribuída de forma a apoiar, explorar novas oportunidades ou transformar negócios. Diante disso, ainda que exista a possibilidade da contribuição desses três vieses de maneira simultânea sobre organizações e que a utilização de transformação de negócios possua capacidade de atingir todos os níveis sociais, é pela exploração que existe o maior progresso. Como infere Matzler et al., 2016, a digitalização, outro nome utilizado para se referir ao formato de exploração, possibilita utilizar diferentes tipos de tecnologia para construir possibilidades extraordinárias, influenciando produtos, serviços e modelos de negócios radicalmente de maneira mais consistente, porém inovativa.

Considerando essa visão, a digitalização é um tema que vem alcançando grande espaço no Brasil, em destaque, impulsionado principalmente pelos setores financeiros. Por sua vez, pela veloz automação, o mercado financeiro vem superando os meios físicos com a utilização de potentes computadores, operados continuamente em várias partes do mundo e potencializados por especialistas focados em gerar modelos cada vez mais eficazes (PARANÁ, 2017).

Esse cenário positivo não é exclusivo, uma vez que é notado por outros setores e vem chamando atenção de empreendedores de diversos tamanhos, em especial, as pequenas e médias empresas (PME) manifestam alto potencial de desfrutar de seus benefícios. Com o advento da digitalização, Blatz, 2018, identifica que estas empresas podem (i) responder com eficácia o aumento da demanda por processos de negócios, (ii) gerar cadeias de suprimentos de alto desempenho, (iii) desenvolver competitividade sustentável, operando no ritmo do mercado, (iv) suprir a demanda por recursos financeiros e humanos que são frequentemente limitados, além de outros benefícios. Consequentemente, há espaço para o aumento de valor entregue para o cliente, além de capacitar negócios em sua eficácia, os quais se tornam estruturalmente mais resistentes a forças e ameaças externas.

Além disso, beneficiar a inovação de empresas menores é uma estratégia positiva tanto no âmbito micro, diretamente pelas decisões realizadas pelos líderes destas organizações, como no ambiente macro, ressaltando, especialmente, instituições maiores como o governo federal. Uma vez que, não só pelas PMEs representarem quase 30% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional como informa o presidente do SEBRAE, Melles, 2020, tal realidade latente já se denota perceptível na digitalização dos serviços públicos os quais economizaram R\$ 2 bilhões no período de um ano como afirma o Ministério da Economia, 2021. Melhorias como estas, empregadas por meio de ações governamentais em milhares de negócios, oferecem um futuro excepcionalmente otimista.

Assim, diante dos potenciais desenvolvimentos do mercado digital, esse novo paradigma em negócios está transformando as atuais formas de criação de valor, assim como a maneira como as empresas se preparam para se adaptar a transformações no setor digital. Consequentemente, surge a demanda por ferramentas ou meios que auxiliem na ação de empresas na melhoria de seus processos, considerando sua concorrência e visualização do progresso de melhorias. O presente trabalho propõe, portanto, um modelo que possa apoiar PMEs a compreender sua maturidade em digitalização, assim como apresentar um método para reavaliação de suas estratégias.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos — segundo ao que se apresenta na figura 1 e brevemente elucidado nesta seção.

Figura 1 — Estrutura do Trabalho



Fonte: O autor (2022)

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O assunto central do tema debatido, a digitalização, teve uma influência importante em muitos campos da sociedade e da economia mundial (FORTE, 2019). De acordo com Brennen, 2016, o primeiro uso contemporâneo do termo “digitalização” apareceu em um estudo de 1971 publicado pela *North American Review* por Robert Wachal. Neste documento são apresentadas as principais implicações sociais da “digitalização da sociedade” ao considerar objeções e melhorias para pesquisas humanitárias assistidas por computadores. Sendo assim, o tema desde início possuiu um viés estratégico em suas implicações.

Ainda assim, na prática, não há definições consensuais acerca deste assunto no setor acadêmico, porém, há similaridades de entendimentos entre autores. Para sua compreensão concisa, os estudos acadêmicos discutem normalmente este assunto na esfera da tecnologia digital apresentando sua distinção e seu potencial de valor em três principais conceitos: digitização, digitalização e transformação digital.

Considerado o de menor impacto e advindo desde os primeiros computadores na década de 1950, a digitização representa basicamente a conversão de informações do formato físico ou analógico para o formato digital (NG, 2018). A exemplo de Garcia, 2020, o simples ato de repassar informações de um documento escrito para o universo digital por meio de um computador se caracteriza como digitização ou, em uma perspectiva técnica, como define Brennen, 2016, se refere ao processo de converter fluxos de informações analógicas em *bits* digitais de 1s e 0s com valores descontínuos.

Em seguida, o termo digitalização superara a simplicidade da digitização ao usar de tecnologias digitais em organizações para mudar seu modelo de negócios e avançar em direção a um negócio digital (HE, 2010). Nessa visão, existe um conceito que se preocupa em implementar com maior eficácia tecnologias que conectam negócios com implementações digitais.

Ademais, para Forte, 2019, desde 1960 quando computadores se tornaram amplamente disponíveis nas áreas de engenharia das organizações, as consequências de sua utilização continuam sendo disruptivas. Em especial, abre espaço para a nova revolução digital, também chamada indústria 4.0, que representa o novo avanço tecnológico: uma visão da produção futura e eficiente em meio a um

cenário nos quais os produtos controlam seu próprio processo de transformação (LASI, 2014).

Na perspectiva teórica, a quarta revolução digital é extremamente importante para a digitalização, pois infere um potencial sem precedentes para a inovação de processos. Chen, 2017, atribui a esta nova discussão a combinação de diversos tipos de tecnologias que conectam o mundo físico ao mundo virtual nos sistemas chamados de Ciber-Físicos (CFs), capazes de integrar serviços e meios de produção, como Internet das coisas, big data e computação em nuvem. Müller, 2018, amplia o tema ao afirmar que a associação desses novos tipos de relacionamento por meio da tecnologia, fomenta a exploração de outras formas de inovação do modelo de negócios em diversos campos. Sendo assim, a digitalização possivelmente funde temas da física, biologia e ciências sociais com os da matemática e da ciência da computação, impactando todos os mercados.

Por fim, para um escopo ainda mais amplo, no contexto de negócios, se refere a transformação digital como uma profunda metamorfose do modelo de negócios, processos organizacionais e capacidades para aplicação de tecnologias digitais, bem como os impactos em todos os aspectos da sociedade humana (NG, 2018).

Outra perspectiva é apresentada por IVANČIĆ, 2019, cujo conceito pode ser compreendido como um processo contínuo de escalada na maturidade digital de uma empresa, empregando tecnologias digitais e outras, com práticas organizacionais para criar uma cultura digital. Desta maneira, mais do que aplicar novas tecnologias, a transformação digital tem uma proposta mais abstrata e de linguagem de alto nível com aplicações envolvendo assuntos além da tecnologia. Por isso, diante sua complexidade, torna-se um assunto difícil de ser aplicado em pequenas e médias empresas.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia é a seção destinada a apresentar as regras e procedimentos estabelecidos por uma pesquisa científica. Para que sua visão seja completa, deve ser qualificada quanto ao problema da pesquisa, as hipóteses investigadas, abordagem, natureza, procedimentos e objetivos (GERHARDT E SILVEIRA, 2009). Estes fatores são discutidos e apresentados de forma detalhada a seguir.

#### **3.1 PROBLEMA DA PESQUISA**

O problema se origina em como uma PME (Pequena e Média Empresa) pode se destacar em relação a concorrentes, cercados por um mercado que constantemente se inova utilizando novas tecnologias. Dessa maneira, o problema discutido questiona como caracterizar uma PME em relação a sua maturidade na digitalização de suas operações e como se prepara estrategicamente para mudanças de forma eficiente.

#### **3.2 HIPÓTESES INVESTIGADAS**

Considerando o tema apresentado e os objetivos específicos exaltados, as seguintes hipóteses foram construídas:

- Se uma PME conhecer seu nível de digitalização, amplifica sua facilidade em gerar ações de melhoria em operações e negócios;
- Se uma PME aplicar ações para desenvolvimento em melhoria da digitalização de seus processos, amplia sua capacidade de entregar valor para processos e sua concorrência;
- Se uma PME é capaz de se comparar com concorrentes por meio da digitalização, conseguirá diminuir custos e aumentar otimização em processos e sua entrega de valor para a sociedade;

### 3.3 TIPO DE PESQUISA

Quanto a forma de abordagem, esta pesquisa é de cunho quantitativo e qualitativo, gerando resultados tomados como se condizem com a realidade da população analisada, porém não tenta controlar o contexto da pesquisa totalmente, se não, captar o contexto na totalidade. Logo, a abordagem deste estudo exige o uso de recursos e métodos estatísticos, visto que “ênfatiza a objetividade, a coleta e a análise de dados”, assim como percepções intuitivas a partir dos dados analisados. (GERHARDT E SILVEIRA, 2009).

Relativo à sua natureza, propõe uma pesquisa aplicada, cujo propósito é gerar conhecimento de uma área própria já existente. Para tanto, usa de conhecimentos previamente desenvolvidos por outros pesquisadores, modelando-os ao problema retratado para novas realidades, conseqüentemente fortalecendo a importância e aplicabilidade do assunto retratado no tema.

Trata-se também do procedimento lógico e sistemático cujo objetivo se caracteriza em proporcionar respostas aos problemas apresentados. A pesquisa é um processo dividido por fases que se estendem desde a concepção do problema até a exposição dos resultados para o dilema proposto (GIL, 2002).

Sendo assim, a metodologia deste estudo propõe um estudo bibliográfico sobre o tema discutido, assim como o desenvolvimento e aplicação de um modelo para negócios.

### 3.4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE DADOS

De acordo com Gerhardt e Silveira, 2009, a coleta de dados leve em conta as hipóteses e definição de dados para que seja forma eficiente. Nesse contexto, os dados devem apresentar a situação de pequenas e médias empresas dos últimos 15 anos de forma a construir uma visão do desenvolvimento desse setor de maneira holística no ambiente nacional. Também são avaliados o histórico da digitalização, bem como os passos de seu desenvolvimento, modelos envolvendo sua aplicação e os impactos que proporcionou.

### 3.4.1 METODOLOGIA UTILIZADA PARA COLETA DE DADOS

Ao se tratar de um estudo de modelos já existentes de documentos publicados pelo setor acadêmico, a metodologia utilizada foi baseada na técnica de análise de conteúdo com uso de ferramentas de acervo para bancos de artigos, particularmente, o *Web of Science* e Google acadêmico. Outras informações relativas ao histórico da população analisada foram retiradas de instituições públicas e empresas setoriais que destinam estudos específicos para compreender a evolução do mercado compreendido.

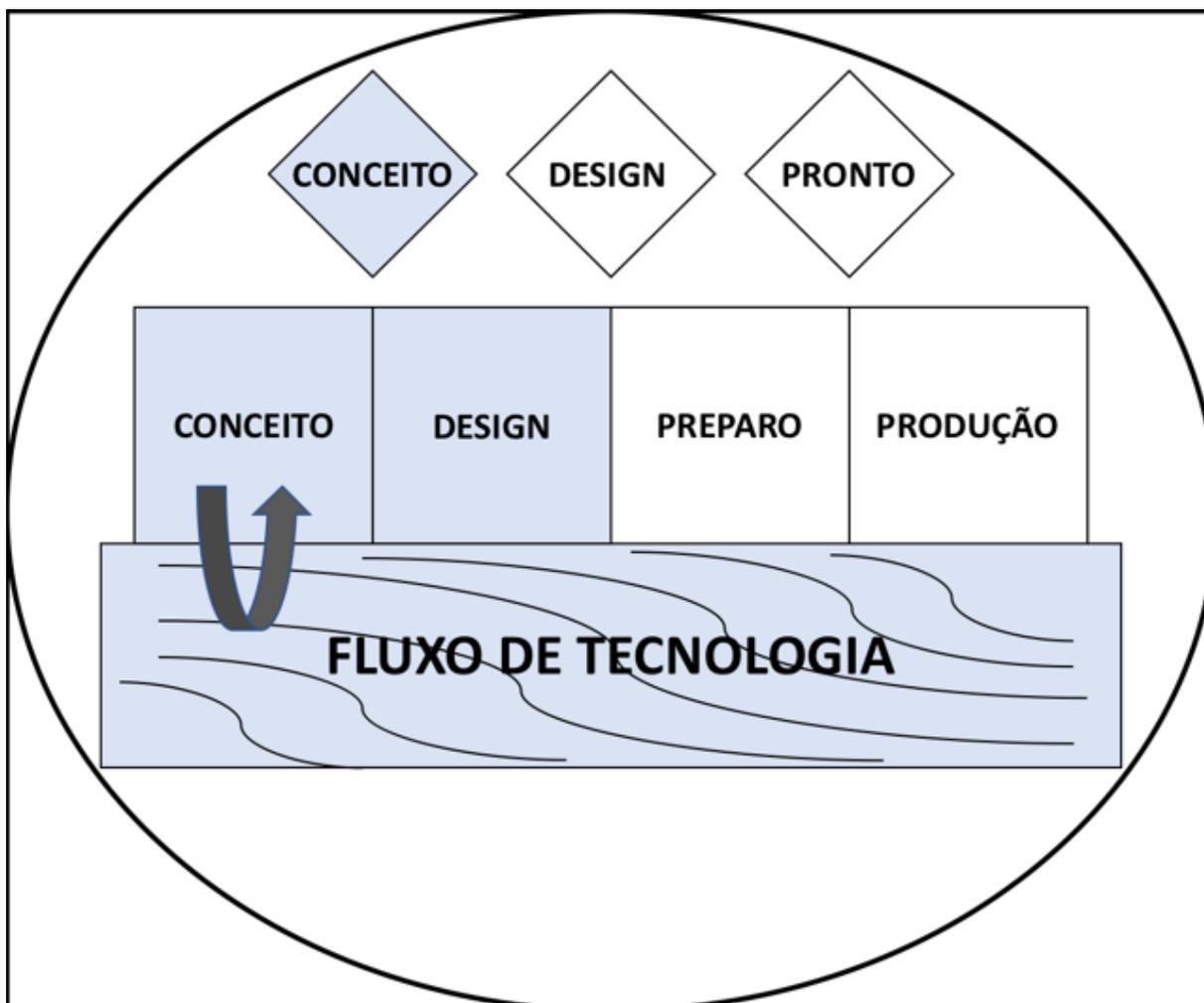
### 3.4.2 METODOLOGIA UTILIZADA PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE MATURIDADE

De acordo com Gollhardt, 2020, um modelo de maturidade deve conter apenas cinco fatores para que entregue o valor mínimo proposto: (i) contexto específico, (ii) descrição, prescrição e comparação entre etapas, (iii) múltiplas dimensões exclusivas sobre o tema, (iv) que seja conduzido por um sistema contínuo de maturidade e (v) aplicação sobre operações da empresa.

Assim, junto com os fatores mencionados, a modelagem proposta tem como base o desenvolvimento de qualidade total proposto por Don P. Clausing, 1998, que consiste no processo de desenvolvimento de novos produtos e tecnologias aprimorados pela alta qualidade, permitindo o sucesso de empresas pela maior satisfação do cliente, custos reduzidos e menor tempo de lançamento de soluções no mercado (CLAUSING, 1998).

É importante ressaltar que este estudo compreende o termo “modelo” como um tipo de tecnologia. De acordo com a universidade de Cambridge, tecnologia pode ser definida como o uso de processos, ferramentas e modelos em negócios, sendo essa a designação que será utilizada pelo autor.

Figura 2 — Método para desenvolvimento de qualidade total proposto Don P. Clausin



Fonte: Clausin (1998)

Considerando o escopo proposto e o método de desenvolvimento de qualidade total para alcançar o resultado esperado, em sua composição básica, no desenvolvimento do modelo foram utilizadas exclusivamente as fases de fluxo de tecnologia, concepção e design. Por outro ângulo, envolvendo as concepções de planejamento da operação e produção de produtos, as fases de preparo e produção da metodologia original de Clausin (1998), não foram desenvolvidas. Na figura 2, as etapas utilizadas podem ser identificadas em azul, enquanto, em branco, são destacadas aquelas não trabalhadas.

A partir do apresentado, especificamente, a metodologia teve início na fase de fluxo de tecnologia, etapa destinada a compreender as principais tecnologias usadas para interpretar a maturidade da digitalização de negócios. Neste momento foi analisado a (i) perspectiva estratégica que as empresas no mercado brasileiro podem

ter para seu futuro, (ii) um estudo com os principais modelos para digitalização no mercado, filtrando aqueles que conferem com a perspectiva estratégica já estabelecida e, por fim, (iii) consideraram-se quais modelos possuíam robustez, termo que se refere a tecnologias com pouca variação de performance.

Com os modelos históricos bem estabelecidos, a fase de conceito, baseou-se no método de QFD (Desdobramento da Função da Qualidade) para determinar as funções necessárias para que um modelo deva seguir para entregar o valor almejado ao pelo cliente. A construção deste método seguiu os seguintes passos:

- Filtrar os dados retirados para obter clareza;
- Expectativas do produto;
- Matriz de Relacionamento;
- Matriz de Correlação; e
- Importância da expectativa;

Por fim, dado os parâmetros para a construção de um modelo eficiente, a fase de *design foi* implementada para a construção do modelo de maturidade proposto, combinado modelos antigos com as necessidades que PMEs apresentam.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

Para a construção de uma pesquisa científica que traga autoridade e impacto sobre o assunto discutido, o estudo da literatura existente é primordial para iniciar uma pesquisa que traga uma perspectiva holística sobre tema e auxilie o pesquisador a encontrar trabalhos e metodologias similares, afirma Garcia e Ramirez (2005).

Com este intuito, é adaptado a teoria de Enfoque Meta Analítico Consolidado — TEMAC, de Mariano e Rocha (2017). Fundamentada em duas etapas, fornece uma revisão da literatura pela preparação da pesquisa, assim como apresentação e interrelação dos dados encontrados.

### 4.1 PREPARAÇÃO DA PESQUISA

Na primeira etapa do Enfoque Meta Analítico Consolidado, a preparação de pesquisa, utilizando a base de dados da *Web of Science*, definiram-se como palavras chaves o termo de pesquisa *digitalization* e *model*, com raio de busca de 2007 – 2021, últimos 15 anos, englobando as áreas de conhecimento:

- 1 – *Management*;
- 2 – *Business*;
- 3 – *Economics*;
- 4 - *Computer Science Information Systems*;
- 5 - *Computer Science Interdisciplinary Applications*;
- 6 - *Engineering Industrial*;
- 7 - *Engineering Manufacturing*;
- 8 - *Operation Research Management*;
- 9 - *Automation Control Systems*;
- 10 - *Engineering Multidisciplinary*; e
- 11 - *Communication*.

O resultado gerou 2,113 trabalhos, que compõe a amostra desta pesquisa. Embora a maioria dos trabalhos de relevância publicados na base de dados sejam da Alemanha e Rússia, compondo 33,6% do total, pode-se observar que o Brasil se localiza na 20.<sup>a</sup> colocação com apenas 1,7% dos trabalhos analisados.

## 4.2 APRESENTAÇÃO E INTERRELAÇÃO DE DADOS

Uma vez que os critérios para a preparação da pesquisa são apresentados, a análise da interrelação dos dados entrega uma visão robusta da literatura evidenciando camadas sobre o tema. Nesta etapa, foram aplicadas as leis de Bradford e do fator de impacto 80/20, que mensuram a relevância de revistas, assim como a composição de acervos mais importantes, a lei de obsolescência da literatura, cujo objetivo é estimar declínio da literatura de determinada área do conhecimento baseado nas citações e publicações, e a Lei do Elitismo, que apresenta a elite de determinada população de autores (MARIANO e ROCHA, 2017).

### 4.2.1 ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DAS REVISTAS MAIS RELEVANTES

A primeira análise dos dados pesquisado deve apresentar as revistas de maior impacto sobre o tema tratado. Isto posto, o parâmetro utilizado foi o fator de impacto ISI (*Institute for Scientific Information*), utilizado como indicador de referência dentro da base de dados da *web of Science* e atualizado anualmente pela organização. De acordo com García e Ramírez, 2005, o ISI é apontado como uma das melhores métricas internacionais para descrever artigos e revistas acadêmicas de maior impacto.

### 4.2.2 DEFINIÇÃO DA BASE DE DADOS

Dentre os documentos pesquisados, foi estabelecido sua classificação por área de pesquisa, a fim de compreender o foco no qual as pesquisas nos últimos 15 anos se direcionam. A tabela 1 demonstra as cinco áreas de pesquisa com maior contagem de registros.

Tabela 1 — Áreas de pesquisa

| <b>Áreas de conhecimento</b>                  | <b>Contagem do registro</b> | <b>% de 2113</b> |
|---|-----------------------------|------------------|
| <i>Business economics</i>                     | 1080                        | 51,1             |
| <i>Computer science</i>                       | 665                         | 31,5             |
| <i>Engineering</i>                            | 584                         | 27,6             |
| <i>Operations research management science</i> | 206                         | 9,7              |
| <i>Automation control systems</i>             | 128                         | 6,1              |

Fonte: Web of Science

Considerando que um documento é capaz de ser atribuído a mais de uma área de conhecimento, fica evidente que *Business Economics*, *Computer Science* e *Engineering* são os de maior contribuição para o tema. Além disso, avançando para novas perspectivas, pode se averiguar os países de maior influência sobre digitalização na tabela 2.

Tabela 2 — Países com maior número de publicação

| <b>Ranking</b> | <b>Países/territórios</b> | <b>Contagem do registro</b> | <b>% de 2113</b> |
|----------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|
| 1              | Alemanha                  | 362                         | 17,1             |
| 2              | Rússia                    | 347                         | 16,4             |
| 3              | China                     | 168                         | 8,0              |
| 4              | Itália                    | 159                         | 7,5              |
| 5              | Finlândia                 | 120                         | 5,7              |
| 6              | Inglaterra                | 111                         | 5,3              |
| 7              | Suécia                    | 111                         | 5,3              |
| 8              | Espanha                   | 109                         | 5,2              |
| 9              | Eua                       | 105                         | 5,0              |
| 10             | França                    | 81                          | 3,8              |
| 20             | Brasil                    | 36                          | 1,7              |

Fonte: Web of Science

Ao analisar a tabela 2, é evidente a influência que a Alemanha e Rússia tem sobre o tema, agregando 33,6% do total da pesquisa. Assim como é destacado que dentre os dez países com maior influência, seis são membros da união europeia (UE).

Ademais, para que tais pesquisa sejam desenvolvidas, há necessidade de investimento por fundos financeiros (tabela 3). Das dez agências financiadoras com maior número de artigos investidos, paralelamente com a análise anterior, cinco das agências mais importantes são membros da UE, comprovando uma importância distinta que esta organização oferece sobre o tema.

Tabela 3 — Agências financiadoras com maior número de artigos financiados

| <b>Agências financiadoras</b>  | <b>Contagem do registro</b> | <b>% de 2113</b> |
|--|-----------------------------|------------------|
| <i>EUROPEAN COMMISSION</i>   | 59                          | 2,8              |
| <i>NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION OF CHINA NSFC</i>                 | 50                          | 2,4              |
| <i>RUSSIAN FOUNDATION FOR BASIC RESEARCH RFBR</i>                        | 47                          | 2,2              |
| <i>FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION RESEARCH BMBF</i>                       | 23                          | 1,1              |
| <i>GERMAN RESEARCH FOUNDATION DFG</i>                                    | 17                          | 0,8              |
| <i>VINNOVA</i>   | 14                          | 0,7              |
| <i>COORDENACAO DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUPERIOR CAPES</i> | 11                          | 0,5              |
| <i>SPANISH GOVERNMENT</i>  | 10                          | 0,5              |
| <i>UK RESEARCH INNOVATION UKRI</i>                                       | 10                          | 0,5              |
| <i>MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE RUSSIAN FEDERATION</i>              | 9                           | 0,4              |

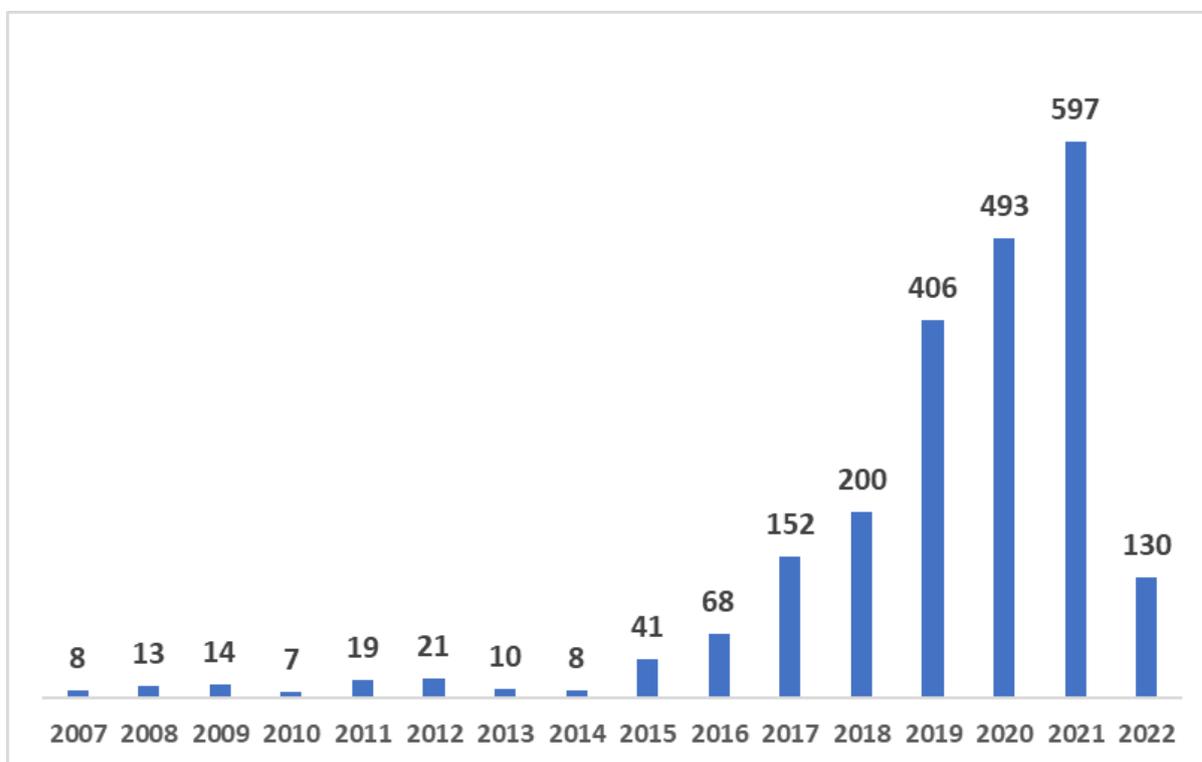
Fonte: Web of Science

Em especial, dentre os dados apresentados, é verificado a influência de pesquisa brasileiras. O Brasil compreende 0,5% da pesquisa pela agência financiadora Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de nível superior capes.

#### 4.2.3 EVOLUÇÃO DO TEMA ANO A ANO

Seguindo com a análise, os documentos capturados foram distribuídos ano a ano para evidenciar a evolução do tema nos quesitos de contagens de publicações e citações durante os últimos 15 anos.

Figura 3 — Número de publicações ano a ano

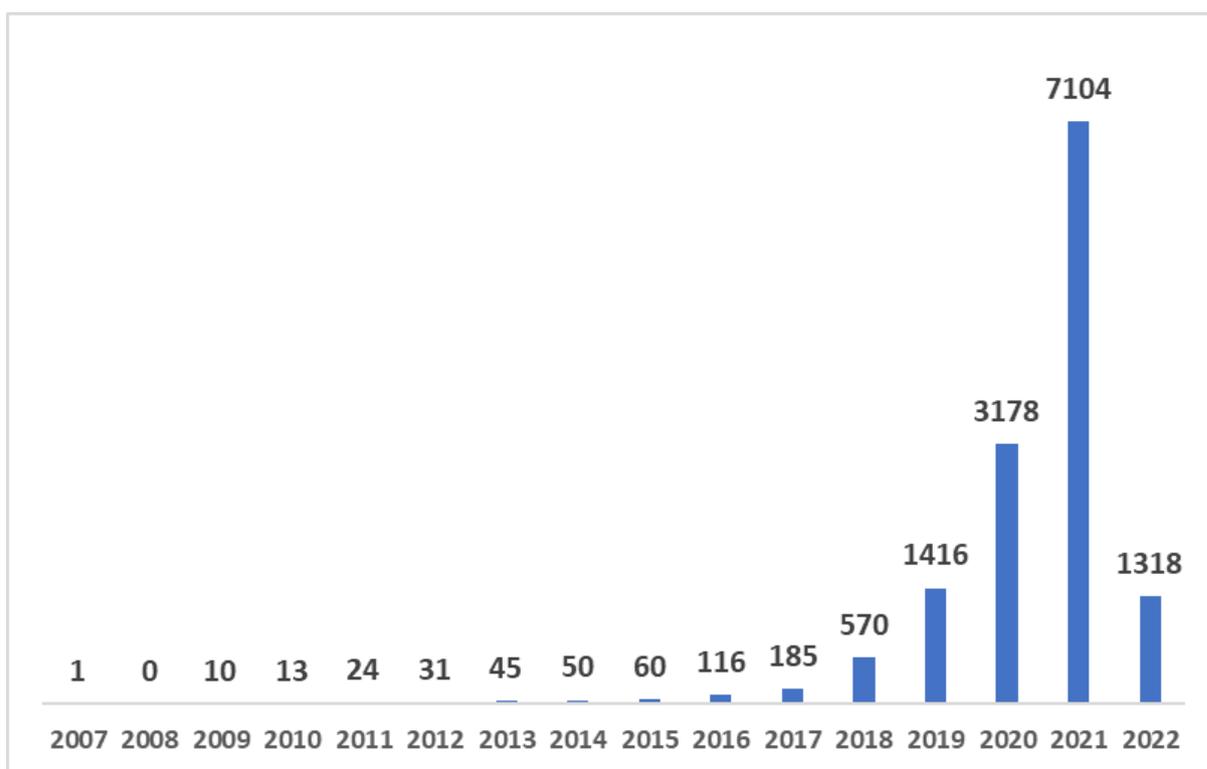


Fonte: Web of Science

Por médio da figura 3, nota-se a alta evolução do número de publicações relativas à digitalização entre os 2015 e 2021, representando uma média 60% crescimento por ano no período de corte mencionado. Especialmente, o aumento da publicação de artigos nos últimos três anos, indica que mudanças nos modelos de negócios podem ter sido consideravelmente impactados pela procura sobre o tema em virtude da pandemia da covid 19 de impacto internacional.

Semelhantemente, os números de citações sugerem que diversas áreas de pesquisas buscam mais sobre o assunto como é apresentado na figura 4, onde há 188 vezes mais citações em 2021 do que em 2015.

Figura 4 — Número de citações ano a ano



Fonte: Web of Science

#### 4.2.4 ANÁLISE DOS AUTORES E ARTIGOS

Para um contexto mais específico, a análise de autores e artigos de maior influência se faz necessária. De acordo com Mariano e Rocha (2017), à medida que o detalhamento de informações vai se tornando mais específico, maior o detalhamento do nível de percepções dos autores se faz necessária.

Tabela 4 — Autores mais citados

| Autores            | Contagem do registro | % de 2113 |
|--------------------|----------------------|-----------|
| Ivanov, Dmitry     | 478                  | 3         |
| Schleich, Benjamin | 247                  | 2         |
| Kohtamaki, Marko   | 240                  | 2         |
| Kraus, Sascha      | 239                  | 2         |
| Queiroz, Maciel M. | 231                  | 2         |
| Mettler, Matthias  | 199                  | 1         |
| Alcacer, V.        | 174                  | 1         |

|                      |     |   |
|----------------------|-----|---|
| Risius, Marten       | 162 | 1 |
| Warner, Karl S. R.   | 142 | 1 |
| Verhoef, Peter C.    | 116 | 1 |
| Erol, Selim          | 116 | 1 |
| Kadir, Bzhwen A.     | 106 | 1 |
| Deng, Mina           | 100 | 1 |
| Cenamora, J.         | 98  | 1 |
| Bouncken, Ricarda B. | 91  | 1 |

Fonte: Web of Science

Ao apresentar os 15 autores mais citados, somam um total de 2739 citações, 19% do total de pesquisa. Por conseguinte, a tabela 5 apresenta os 15 artigos mais citados, seus autores, anos de publicação e total de citações são apresentados.

Tabela 5 — Artigos mais citados

| <b>Artigos</b>   | <b>Autores</b>   | <b>Ano de publicação</b> | <b>Contagem do registro</b> | <b>% de 2113</b> |
|--|--|--------------------------|-----------------------------|------------------|
| The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics | Ivanov, Dmitry;<br>Dolgui, Alexandre;<br>Sokolov, Boris                      | 2019                     | 375                         | 3                |
| Shaping the digital twin for design and production engineering   | Schleich,<br>Benjamin;<br>Anwer, Nabil;<br>Mathieu, Luc;<br>Wartzack, Sandro | 2017                     | 332                         | 2                |
| Blockchain Technology in Healthcare The Revolution Starts Here   | Mettler, Matthias  | 2016                     | 292                         | 2                |
| Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems               | Alcacer, V.;<br>Cruz-Machado, V.   | 2019                     | 238                         | 2                |
| A Blockchain Research Framework What We (don't) Know, Where We Go from Here, and How We Will Get There | Risius, Marten;<br>Spohrer, Kai  | 2017                     | 229                         | 2                |

|   |  |      |     |   |
|---|--|------|-----|---|
| Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal   | Warner, Karl S. R.;<br>Waeger,<br>Maximilian                         | 2019 | 199 | 1 |
| Impacts of epidemic outbreaks on supply chains: mapping a research agenda amid the COVID-19 pandemic through a structured literature review | Queiroz, Maciel<br>M.;<br>Ivanov, Dmitry;<br>Dolgui, Alexandre;      | 2020 | 181 | 1 |
| Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda  | Verhoef, Peter C.;<br>Broekhuizen,<br>Thijs;<br>Bart, Yakov;         | 2021 | 174 | 1 |
| Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production   | Erol, Selim;<br>Jaeger, Andreas;<br>Hold, Philipp;<br>Ott, Karl;     | 2016 | 169 | 1 |
| A privacy threat analysis framework: supporting the elicitation and fulfillment of privacy requirements                                     | Deng, Mina;<br>Wuyts, Kim;<br>Scandariato,<br>Riccardo;              | 2011 | 162 | 1 |
| Adopting a platform approach in servitization: Leveraging the value of digitalization   | Cenamor, J.;<br>Sjodin, D.<br>Ronnberg; Parida,<br>V.                | 2017 | 148 | 1 |
| The economics of COVID-19: initial empirical evidence on how family firms in five European countries cope with the corona crisis            | Kraus, Sascha;<br>Clauss, Thomas;<br>Breier, Matthias;               | 2020 | 142 | 1 |
| Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice   | Parviainen, Paivi;<br>Tihinen, Maarit;<br>Kaariainen, Jukka;         | 2017 | 140 | 1 |
| Digitalization and its influence on business model innovation   | Rachinger,<br>Michael;<br>Rauter, Romana;<br>Mueller,<br>Christiana; | 2019 | 128 | 1 |

|   |   |      |     |   |
|---|---|------|-----|---|
| Digitalization Capabilities as Enablers of Value Co-Creation in Servitizing Firms | Lenka, Sambit; Parida, Vinit; Wincent, Joakim | 2017 | 118 | 1 |
|---|---|------|-----|---|

Fonte: Web of Science

#### 4.2.5 ANÁLISE DE PALAVRAS CHAVES

As palavras chaves são os termos que os autores escolheram para sintetizar seus estudos e convidar leitores a conhecer mais sobre o tema. Portanto, por meio destas frases, é possível compreender as perspectivas mais importantes dos documentos analisados.

Após selecionar as palavras chaves, títulos e resumos de todos os artigos da pesquisa da fonte *Web of Science*, é apresentado uma nuvem de palavras a qual contabiliza as palavras mais usadas (Figura 5).

Figura 5 — Palavras Chaves



Fonte: Web of Science

A nuvem de palavras utiliza também das proporções e cores para facilitar a visualização, uma vez que quanto maior e mais colorido, mais replicado são os termos. Nesse sentido, é verificado que as palavras chaves mais importantes sobre

digitalização, foram “*performance*”, “futuro”, “impacto” e “*framework*”. Logo, há um grande número de autores que apresentam a digitalização como o futuro, caracterizando o desempenho e o impacto como principais resultados, assim como esperado, se utilizando de *frameworks* como principal meio de aplicação dessas melhorias.

Também são notadas os termos, “conhecimento da indústria”, “*internet*” e “*big-data*”, referindo-se a indústria 4.0 e a necessidade por integração e capacidade para seu sucesso. Ademais, é evidenciado os termos “estratégia”, “modelos de negócios” e “desafios”, caracterizando a importância do viés de gerenciamento de negócios com obstáculos tanto na perspectiva tática quanto técnica.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 APRESENTAÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS

De acordo com Clausing, 1998, valor é o que cliente realmente define como importante. Para se alcançar o maior nível possível de satisfação do cliente, o desenvolvimento de um produto deve considerar principais tecnologias e modelos já presentes, assim como apresentar uma perspectiva estratégica suficientemente robusta para suprir as necessidades do cliente.

#### 5.1.1 PERSPECTIVA ESTRATÉGICA DAS EMPRESAS

O aumento de oportunidades impulsionadas pela digitalização pressiona as empresas a refletir criticamente sobre sua estratégia atual, constantemente necessitando identificar de forma sistemática e precoce novas oportunidades de negócios (Kagermann, 2013). A estratégia, portanto, é provinda de pesquisa e análises sobre mudanças no mercado.

O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), Divide os segmentos de uma PME em 18 tipos, nas quais, em pesquisas realizadas em 2018, demonstram que 72% e 40% utilizam as ferramentas *WhatsApp* e *Facebook* para se comunicar com clientes, respectivamente. Além disso, 34% das empresas possuem algum sistema operacional para auxiliar na gestão completa ou parcial do negócio, assim como 27% proporcionam páginas na internet com algum tipo de atendimento (SEBRAE, 2021). Em conjunto, estes dados demonstram que estes negócios possuem um grau de digitalização em suas atividades, onde parte de seus processos são digitalizados pela aplicação de ferramentas de comunicação, e a utilização de sistemas na gestão de negócios, revelam a possibilidade de crescimento dessas organizações por meio da digitalização.

Ademais, existem incertezas sobre a capacidade de se adaptar mudanças devido a volatilidade do mercado. A recuperação gradual da economia devido a grave recessão no período de 2014-2016, junto à crise de internacional movida pela pandemia do coronavírus (COVID-19) iniciada ao final de 2019, gerou uma retração de -4,06% do PIB em 2020 no desenvolvimento nacional, (Receita federal, 2021). Para

situações mais específicas, a empresa de tecnologia Meta, 2021, revelou que no primeiro trimestre de 2021, plataforma *Facebook*, apresentou 23% das PMEs com suas atividades encerradas.

Outros alertas importantes podem ser vistos em indicadores menos perceptíveis. A qualidade de mão de obra na indústria tem se tornado menor com 50% do mercado demonstrando insatisfação (CNI, 2019) e, em relação a políticas públicas, o conselho de monitoramento e avaliação de políticas públicas (CMAP), 2020, demonstra que, no quesito de incentivos por meio de políticas públicas, não há indícios de uma estrutura de governança específica para esse setor.

Por outro lado, existem fatores que revelam oportunidades de crescimento. No estudo realizado pela Deloitte, 2020, analisando as PMEs que mais cresceram no Brasil em 2019, foram postas como ações que contribuiriam para o desenvolvimento dessas empresas: a melhoria na experiência e da satisfação de clientes, bem como a transformação digital, respectivamente, espelhando 55% e 27% da amostra. O estudo mostrou também que os cinco maiores desafios enfrentados por essas organizações decorreu na otimização de processos, melhoria do atendimento, desenvolvimento de novos produtos, contratação de funcionários qualificados e redução de custos, representando entre 66% e 42% das empresas.

A fim de compactar essas pesquisas, de acordo com Saebi, Tina, 2017, a visão do contexto estratégico que as PMEs apresentam pode ser resumida em quatro fatores: (i) segmentos do mercado, quais são as características dos segmentos, (ii) proposta de valor, como reduzir custos e melhorar recursos que podem trazer vantagem competitivas (LAD, 2018), (iii) estrutura de valor, como o valor é construído e entregue, e (iv) mecanismo para capturar valor, definir se o modelo de negócio é viável. O resumo do contexto analisado, assim como das perspectivas estratégicas geradas são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 — Perspectiva estratégica das empresas

| <b>Categoria de perspectiva</b> | <b>Contexto</b>   | <b>Perspectiva estratégica</b>   |
|---------------------------------|---|--|
| Segmentos do mercado            | Entre os 18 segmentos do mercado, existe aceitação pelo uso de ferramentas que apoiam processos de atendimento ao cliente e eficácia da gestão de negócios. Em especial, redes sociais são amplamente utilizadas como <i>Whatsapp</i> e <i>Facebook</i> . | Manter a utilização de redes sociais em processos e expandir o uso de ferramentas de gestão de negócios    |
| Proposta de valor               | Empresas apresentam desafios em meio a baixa taxa de crescimento do mercado.  | Diminuição de custos e velocidade na modificação da valores propostos.                                     |
| Estrutura de valor              | A alta reclamação de clientes e a baixa qualidade da mão de obra  | Melhorar arquitetura de processos ao utilizar ferramentas que demandam baixa qualificação de funcionários. |
| Mecanismo para capturar valor   |   | Usar mecanismos para absorção de retorno da satisfação e clientes  |

Fonte: O autor (2022)

### 5.1.2 PRINCIPAIS MODELOS PARA DIGITALIZAÇÃO NO MERCADO

A partir das perspectivas estratégicas, a seleção dos principais modelos para serem analisados reúne aqueles que já existem no mercado, compilando os de maior impacto, assim como verificando sua robustez em relação ao contexto analisado. Para tanto, os resultados da base de dados da *Web of Science* foram aproveitados da revisão bibliográfica, mantendo-se os filtros já existentes, porém, alterando-se exclusivamente o tipo de busca da palavra-chave “Modelo” com busca em todos os campos de um documento para apenas aqueles com artigos com o título e resumo apresentando a palavra-chave “Modelo”. O resultado agregou 417 modelos diferentes dos últimos 15 anos com atuação nas áreas de pesquisa *Management, Business, Economics, Computer Science Information Systems, Computer Science*

*Interdisciplinary Applications, Engineering Industrial, Engineering Manufacturing, Operation Research Management, Automation Control Systems, Engineering Multidisciplinary e Communication.*

Para a análise da robustez, Clausing, 1998, atribui essa como a ação que se faz necessária para filtrar os modelos e suceder um produto de baixa variação de performance. Mediante a este ponto, os dados apresentados no tópico anterior e o parâmetro de fator de impacto ISI (*Institute for Scientific Information*) contribuíram na escolha dos 15 modelos mais relevantes separados na tabela 6 a seguir, assim como seus autores, formato do modelo, número de etapas que o modelo contém e área de enfoque.

Tabela 6 — Modelos mais relevantes

| Artigos  | Autores  | Formato do modelo | Número de etapas | Área de enfoque         |
|--|--|-------------------|------------------|-------------------------|
| Digitalization Index: Developing a Model for Assessing the Degree of Digitalization of Construction Projects | Sezer, Ahmet Anil; Thunberg, Micael; Wernicke, Brian   | Matemático        | 3                | Indústria de construção |
| Maturity model for determining digitalization levels within different product lifecycle phases               | Siedler, Carina; Dupont, Stephanie; Zavareh, Mona; Tafvizi; Zeihsel, Frank; Ehemann, Tobias; Sinnwell, Chantal; Gobel, Jens C.; Zink, Klaus J.; Aurich, Jan C. | Diagrama linear   | 4                | Indústria de Manufatura |
| A STRATEGY GUIDANCE MODEL TO REALIZE INDUSTRIAL DIGITALIZATION IN PRODUCTION COMPANIES                       | Schumacher, Andreas; Sihn, Wilfried  | Diagrama linear   | 14               | Não Especificado        |
| Evaluation of Digital Business Model Opportunities A Framework   | Linde, Lina; Sjodin, David; Parida, Vinit; Gebauer, Heiko  | Diagrama linear   | 3                | Indústria de Manufatura |

## for Avoiding Digitalization Traps

|  |   |                     |   |                         |
|--|---|---------------------|---|-------------------------|
| Digitalization's impacts on productivity: a model-based approach and evaluation in Germany's building construction industry              | Berlak, Joachim; Hafner, Stefan; Kuppelwieser, Volker G.  | Diagrama não-linear | 1 | Indústria de construção |
| Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future               | Ritter, Thomas; Pedersen, Carsten Lund  | Indefindio          | 4 | Não Especificado        |
| Applying the positioning phase of the digital transformation model in practice for SMEs: toward systematic development of digitalization | Kaariainen, Jukka; Pussinen, Pasi; Saari, Leila; Kuusisto, Olli; Saarela, Martti; Hanninen, Kai | Circular            | 1 | PME                     |
| A conceptual cooperative model designed for processes, digitalisation and innovation   | Sehlin, Daniel; Truedsson, Maja; Cronemyr, Peter  | Circular            | 4 | PME                     |
| Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises                      | Schumacher, Andreas; Nemeth, Tanja; Sihl, Wilfried  | Estrelar            | 8 | Indústria de Manufatura |
| Model of transformation of system of management of industrial enterprises under digitalization conditions                                | Tronina, Irina; Tatenko, Galina; Bakhtina, Svetlana   | Estrelar            | 9 | Não Especificado        |
| Smart Factory Implementation and Process Innovation A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing          | Sjodin, David R.; Parida, Vinit; Leksell, Markus; Petrovic, Aleksandar                          | Diagrama linear     | 4 | Fabricas inteligentes   |

|  |  |                 |    |                         |
|--|--|-----------------|----|-------------------------|
| Knowledge- and innovation-based business models for future growth: digitalized business models and portfolio considerations      | Bouncken, Ricarda B.; Kraus, Sascha; Roig-Tierno, Norat  | Matriz          | 4  | Não Especificado        |
| A maturity framework for autonomous solutions in manufacturing firms: The interplay of technology, ecosystem, and business model | Thomson, Linus; Kamalaldin, Anmar; Sjodin, David; Parida, Vinit                                    | Diagrama linear | 3  | Indústria de Manufatura |
| Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies  | Gollhardt, Torsten; Halsbenning, Sebastian; Hermann, Andreas; Karsakova, Aleksandra; Becker, Joerg | Indefinido      | 0  | Tecnologia              |
| A Role-Based Maturity Model for Digital Relevance  | Bley, Katja; Schoen, Hendrik   | matemático      | 10 | PME                     |

Fonte: Web of Science

Diferentes em seu formato, os artigos propõem visões diversas de como interpretar o desenvolvimento de digitalização de empresas e o número de etapas que devem ser seguidas. Dentre os apresentados, o mais utilizado foi o do formato (i) diagrama linear, o qual explica a maturidade da digitalização como um processo único e singular para se alcançar o máximo nível de primor. Também é encontrado os formatos (ii) matemáticos e (iii) diagrama não-linear, cuja composição utiliza, respectivamente, cálculos estatísticos e processos com mais de um caminho, para descrever o progresso de uma organização sobre o tema.

Além destes, há ainda os formatos que defendem a digitalização como um processo contínuo onde não existe um objetivo final, se não uma série de melhorias que ampliam a capacidade de empresas de modernizar sua cadeia de valor. Sucede os modelos (iv) circulares, visam etapas contínuas de aprendizagem e aplicação de melhorias em processos com transformação digital, (v) estrelares, por meio de dimensões de uma empresa, definem visualmente a grandeza da digitalização em

diferentes perspectivas, (vi) matriciais, a partir de dois enfoques, concedem diferentes quadrantes com momentos de uma organização e, particularmente, (vii) modelos indefinidos, não seguem uma norma única, utilizando características diversos formatos.

Outra questão relevante se encontra na área de enfoque dos estudos. De maneira geral, todos possuem pesquisas envolvendo gerenciamento e engenharia, porém, os setores são variados. Enquanto cinco modelos não especificam o seu enfoque, existem as áreas de construção, manufatura, logística, nichos específicos como fábricas inteligentes e, em especial, PMEs.

## **5.2 PROPOSTA DE MODELO DE DIGITALIZAÇÃO PARA PMES**

Os modelos de digitalização agrupados anteriormente representam as tecnologias mais relevantes e, portanto, servem de base para o desenvolvimento de melhorias. A etapa de proposta de modelo, utiliza desses aprendizados para gerar o conceito e o design de um novo produto que concretize as soluções que PMEs necessitam no mercado brasileiro.

### **5.2.1 EXPECTATIVAS DO CONSUMIDOR**

Os dados retirados da perspectiva estratégica fornecem a visão necessária para compreender as necessidades do cliente, porém podem surgir interpretações ambíguas. Ao filtrar os dados, a perspectiva do cliente se torna mais clara e simples de ser interpretada (CLAUSING, 1998). É importante ressaltar que o consumidor ou cliente analisado nesta etapa são as pequenas e médias empresas destacadas neste trabalho.

Seguindo o retratado apresentado, as cinco dimensões organizacionais de uma PME, financeira, pessoas, estratégia, processos e produtos, defendidas por Mittal e Romero, 2018, são utilizadas para gerar os indicadores necessários e facilitar a interpretação das necessidades do cliente (quadro 2).

Quadro 2 — Indicadores de necessidades

| <b>Dimensões</b>          | <b>Perspectivas estratégicas</b>   | <b>Indicadores</b>                       | <b>Resultado do indicador</b> |
|---------------------------|--|--|-------------------------------|
| Financeira                | Diminuição de custos   | Custo de aplicação                       | Baixo                         |
|                           | Diminuição de custos   | Custo de controle                        | Baixo                         |
| Pessoas                   | Baixa qualificação de funcionários   | Qualificação de funcionários             | Baixo                         |
|                           | Baixa qualificação de funcionários, necessidade por aplicações rápidas e experiência com ferramentas de gestão de negócios | Complexidade do sistema                  | Média                         |
| Estratégia Organizacional | Necessidade por aplicações rápidas   | Velocidade em tomada de decisões         | Baixa                         |
|                           |  | Capacidade para se adaptar a legislações | Média                         |
|                           |  | Capacidade de se adaptar a concorrência  | Alta                          |
| Processos                 | Necessidade por aplicações rápidas   | Flexibilidade a mudanças                 | Média                         |
|                           | Baixa qualificação de funcionários e necessidade por aplicações rápidas  | Controle da qualidade                    | Baixa                         |
| Produtos                  | Diminuição de custos e baixa qualificação de funcionários  | Ciclo de vida do produto                 | Baixo                         |

Fonte: Autor (2022)

Para cada dimensão, foram atribuídos as perspectivas estratégicas anteriores e indicadores necessários para facilitar a interpretação objetiva do contexto. Conjuntamente, para cada indicador, um grau de resultado foi agregado como qualificador em uma escala de 1 à 3, representando um resultado esperado com valor “Baixo”, “Médio” ou “Alto”, devido a abrangência da análise. Assim, as necessidades dos clientes para um modelo foram geradas a partir das informações compiladas, gerando os seguintes tópicos:

Tabela 7 — Expectativas do consumidor e sua priorização

| <b>Necessidades dos clientes</b>               | <b>Priorização</b> |
|--|--------------------|
| Baixo Custo de aplicação                       | 9                  |
| Baixa Qualificação de funcionários             | 9                  |
| Média Complexidade do sistema                  | 9                  |
| Rápida tomada de decisões                      | 3                  |
| Média Flexibilidade a mudanças                 | 3                  |
| Baixo Controle da qualidade                    | 3                  |
| Fácil comparação com concorrência              | 3                  |
| Baixo Custo de controle                        | 1                  |
| Média Capacidade para se adaptar a legislações | 1                  |
| Rápido Ciclo de vida do produto                | 1                  |

Fonte: Autor (2022)

Essencialmente, na tabela 9 podemos encontrar o que o cliente espera encontrar para adquirir sua solução e, determinado a partir dos maiores desafios encontrados na análise estratégica produzida, o nível de prioridade para cada afirmação, atribuindo-se por pesos divididos na escala 9, 3 ou 1.

### 5.2.2 EXPECTATIVAS DO PRODUTO

Com as expectativas dos clientes desenvolvidas e priorizadas, a linguagem, até então, carrega um aspecto que pode ser interpretado de maneira subjetiva e qualitativa. Cabe ao produto, reafirmar essas mesmas necessidades com uma linguagem mais técnica, objetiva e quantitativa (CLAUSING, 1998).

Com uma característica funcional, as expectativas do produto, são apresentadas a seguir, no quadro 3, acompanhadas do seu direcionamento de melhorias, uma atribuição que defini se o atributo deve ser minimizado, maximizado ou mantido para ser otimizado:

Quadro 3 — Direcionamentos de melhorias de indicadores de clientes

| <b>Indicadores</b>                         | <b>Direcionamento de melhorias</b> |
|--|------------------------------------|
| Custo para implementação de modelo         | Minimizar                          |
| Custo para treinamento de equipe           | Minimizar                          |
| Tempo para treinar equipe                  | Minimizar                          |
| Tempo para aplicação de modelo             | Minimizar                          |
| Número de etapas do modelo                 | Manter                             |
| Número de sistemas envolvidos na aplicação | Minimizar                          |
| Tempo para readaptar modelo                | Minimizar                          |
| Frequência de mudança estratégica          | Maximizar                          |
| Número de revisões do modelo               | Maximizar                          |
| Número de comparações com concorrência     | Maximizar                          |

Fonte: Autor (2022)

### 5.2.3 MATRIZ DE RELACIONAMENTO

A matriz de relacionamento contempla a relação entre expectativas do cliente e do produto, questionando a tendência das funcionalidades de suprirem as necessidades do cliente. Seguindo a metodologia do QFD, essa relação pode ser interpretada na forma de uma matriz de relacionamento (Figura 6).

Figura 6 — Matriz de relacionamento

| Linha #                           | Valor máximo de relação na Linha | Peso Relativo | Importância | Expectativas do Cliente                        | Coluna #  |                                  |                           |                                |                            |  |                             |                                   |                              |  |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|-------------|--|---|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--|
|                                   |                                  |               |             |  | 1   | 2                                | 3                         | 4                              | 5                          | 6  | 7                           | 8                                 | 9                            | 10                                     |
|                                   |                                  |               |             |  | Direcionamento de melhorias:<br>Minimizar (▼), Maximizar (▲) ou Manter(X) |                                  |                           |                                |                            |  |                             |                                   |                              |  |
|                                   |                                  |               |             |  | ▼   | ▼                                | ▼                         | ▼                              | x                          | ▼  | ▼                           | ▲                                 | ▲                            | ▲                                      |
|                                   |                                  |               |             |  | Custo para implementação de modelo  | Custo para treinamento de equipe | Tempo para treinar equipe | Tempo para aplicação de modelo | Número de etapas do modelo | Número de sistemas envolvidos na aplicação | Tempo para readaptar modelo | Frequência de mudança estratégica | Número de revisões do modelo | Número de comparações com concorrência |
| 1                                 | 9                                | 21,4          | 9           | Baixo Custo de aplicação                       | ⊙   | ○                                | ○                         | ○                              | ▲                          | ⊙  | ○                           | ▲                                 | ▲                            | ▲                                      |
| 2                                 | 9                                | 2,4           | 1           | Baixo Custo de controle                        | ▲   | ⊙                                | ⊙                         | ○                              | ▲                          | ⊙  | ⊙                           | ○                                 | ○                            | ○                                      |
| 3                                 | 9                                | 21,4          | 9           | Baixa Qualificação de funcionários             | ○   | ⊙                                | ⊙                         | ○                              | ○                          | ⊙  | ⊙                           | ○                                 | ▲                            | ▲                                      |
| 4                                 | 9                                | 21,4          | 9           | Média Complexidade do sistema                  | ▲   | ○                                | ○                         | ○                              | ⊙                          | ⊙  | ⊙                           | ⊙                                 | ⊙                            | ○                                      |
| 5                                 | 9                                | 7,1           | 3           | Rápida tomada de decisões                      | ▲   | ⊙                                | ○                         | ▲                              | ⊙                          | ○  | ⊙                           | ⊙                                 | ⊙                            | ⊙                                      |
| 6                                 | 9                                | 2,4           | 1           | Média Capacidade para se adaptar a legislações | ○   | ○                                | ▲                         | ▲                              | ▲                          | ⊙  | ⊙                           | ○                                 | ⊙                            | ○                                      |
| 7                                 | 9                                | 7,1           | 3           | Média Flexibilidade a mudanças                 | ▲   | ○                                | ▲                         | ▲                              | ○                          | ○  | ⊙                           | ⊙                                 | ⊙                            | ○                                      |
| 8                                 | 9                                | 7,1           | 3           | Baixo Controle da qualidade                    | ⊙   | ⊙                                | ○                         | ▲                              | ○                          | ⊙  | ▲                           | ⊙                                 | ⊙                            | ○                                      |
| 9                                 | 9                                | 2,4           | 1           | Rápido Ciclo de vida do produto                | ▲   | ▲                                | ▲                         | ▲                              | ▲                          | ○  | ○                           | ⊙                                 | ⊙                            | ○                                      |
| 10                                | 9                                | 7,1           | 3           | Fácil comparação com concorrência              | ▲   | ▲                                | ▲                         | ▲                              | ○                          | ○  | ▲                           | ⊙                                 | ○                            | ⊙                                      |
| Valor máximo de relação na coluna |                                  |               |             |  | 9   | 9                                | 9                         | 3                              | 9                          | 9  | 9                           | 9                                 | 9                            | 9                                      |
| Importância                       |                                  |               |             |  | 376,2   | 509,5                            | 404,8                     | 233,3                          | 414,3                      | 757,1                                      | 642,9                       | 571,4                             | 500                          | 300                                    |
| Peso relativo                     |                                  |               |             |  | 8,0   | 10,8                             | 8,6                       | 5,0                            | 8,8                        | 16,1                                       | 13,7                        | 12,1                              | 10,6                         | 6,4                                    |

Fonte: Autor (2022)

Assim como sugere Clausing, 1998, para cada relacionamento da matriz, foram indicados uma relação branda (▲), moderada (○) ou forte (⊙), representando um peso 1, 3 e 9, respectivamente.

#### 5.2.4 IMPORTÂNCIA DA EXPECTATIVA

Com os pesos bem definidos posto a relação entre expectativas do cliente e do produto, a perspectiva quantitativa do modelo se faz necessária novamente por meio de um cálculo matemático. A fórmula utilizada para definir a importância da função (IF) é definida como:

$$IF = \sum_1^n EC_n * MR_n \quad (1)$$

Em outras palavras, a fórmula para a importância de cada função é definida como a soma das multiplicações entre a importância de cada expectativa do cliente (IC) e peso dado ao relacionamento entre essa função e a expectativa do cliente encontrado na matriz de relacionamento (MR). O resultado deste cálculo é apresentado em ordem decrescente na tabela 8 a seguir.

Tabela 8 — Peso relativo para funções do modelo

| <b>Funções do Modelo</b>                   | <b>Peso</b> |
|--|-------------|
| Número de sistemas envolvidos na aplicação | 16,1        |
| Tempo para readaptar modelo                | 13,7        |
| Frequência de mudança estratégica          | 12,1        |
| Custo para treinamento de equipe           | 10,8        |
| Número de revisões do modelo               | 10,6        |
| Número de etapas do modelo                 | 8,8         |
| Tempo para treinar equipe                  | 8,6         |
| Custo para implementação de modelo         | 8           |
| Número de comparações com concorrência     | 6,4         |
| Tempo para aplicação de modelo             | 5           |

Fonte: Autor (2022)

Diante dos valores apresentados, como um todo, as funções tiveram pesos com alto grau de variação, representado um desvio padrão médio de 3,3 na amostra. Este fator revela um bom sinal, visto que a importância dada para cada um dos aspectos fica clara na visão do que o modelo deve fornecer para que o cliente receba o valor desejado.

É verificado que o número de sistemas operacionais envolvidos na aplicação é o atributo mais importante a ser considerado no modelo. Uma vez que os temas como velocidade de resposta, qualificação de funcionários e custos envolvendo o modelo

são afetados por sistemas, é de grande importância que a quantidade e, possivelmente, a complexidade dos utilizados seja feita de forma consciente.

Igualmente, para o cliente, as funções de tempo para se readaptar a mudanças e a frequência de revisões da estratégia são dois de grande influência. Ambos são relacionados ao tempo e a complexidade da análise estratégica que a empresa realiza, reforçando a relevância que PMEs buscam no quesito de acompanhar mudanças no mercado de forma eficaz.

Também é evidente que o custo é um fator relevante, porém o investimento no treinamento das equipes é mais importante do que no de implementação de sistemas. Dessa forma, fica claro a preferência dessas empresas por custos a longo prazo, pois isso envolve resultados que, ainda que não sejam imediatos, possuem benefícios de maior duração.

### 5.3 MODELO DE MATURIDADE

Um modelo de maturidade, a partir da visão de Gollhardt, 2020, deve possuir cinco características para que possa ser completo. Como consequência dos dados retirados pelo QFD e histórico sobre pequenas e médias empresas, a primeira característica, apresentar o contexto específico, fica clara no quadro 1, perspectiva estratégica das empresas. O objetivo deste tópico, portanto, é apresentar as outras quatro: descrição, prescrição e comparação entre etapas, múltiplas dimensões exclusivas sobre o tema, um sistema contínuo de maturidade e aplicações para operações da empresa.

Também baseado na proposta de Clausing, 1998, o *design* de um novo produto (modelo) deve conter dois aspectos: (i) subsistemas, definidos como parâmetros da proposta de valor que tornam a entrega robusta, e (ii) pedaços das partes, os quais são encarregados de entregar o valor. Neste sentido, é proposto que o modelo possua parâmetros chaves que possam ser replicados para toda a análise, assim como compor a visão do negócio e da digitalização como partes necessárias para o sucesso da aplicação.

Diante disso, para construção da base do projeto, se utilizou da esquematização de Porter, 2015, dos quatro pilares de uma solução digital: (i) Automatização, (ii) Otimização, (iii) Controle e (iv) Manutenção. Juntas, essas

representam os parâmetros que o progresso de uma PME deve seguir para evoluir em sua maturidade.

Quanto aos pedaços da parte do modelo, Mittal e Romero, 2018, sugerem que sejam atribuídos dois planos. Primeiramente, (i) dimensões, representam as partes esquemáticas de uma empresa que resumem suas atividades, as quais são divididas em dimensão financeira, pessoas, estratégia, processos e produtos. Tal como, (ii) níveis de maturidade, representadas por novatos, incitantes, aprendizes, intermediários e avançados.

Quadro 4 — Resumo de fundamentações teóricas para a construção do modelo de maturidade

| <b>Fundamentações teóricas</b>                   | <b>Autores</b>  | <b>Tópicos da fundamentação teórica</b>  |
|--|-----------------|--|
| Cinco características de um modelo de maturidade | Gollhardt       | (i) contexto específico, (ii) descrição, prescrição ou comparação entre etapas, (iii) múltiplas dimensões exclusivas sobre o tema, (iv) que seja conduzido por um sistema contínuo de maturidade e (v) aplicação sobre operações da empresa.   |
| Desenvolvimento de produto por QFD               | Clausing        | (i) subsistemas, definidos como parâmetros da proposta de valor que tornam a entrega robusta, e (ii) pedaços das partes, os quais são encarregados de entregar o valor   |
| Quatro pilares de uma solução digital            | Porter          | (i) Automatização, (ii) Otimização, (iii) Controle e (iv) Manutenção   |
| Planos de um modelo de maturidade                | Mittal e Romero | (i) dimensões, representam as partes esquemáticas de uma empresa que resumem suas atividades, as quais são divididas em dimensão financeira, pessoas, estratégia, processos e produtos. Tal como, (ii) níveis de maturidade, representadas por novatos, incitantes, aprendizes, intermediários e avançados |

Fonte: Autor (2022)

Utilizando os modelos analisados e a realidade do setor estudado, o modelo de maturidade de pequenas e médias empresas para alcance de eficácia da cadeia de valor foi proposto (Figura 7).

Figura 7 — Modelo de maturidade

|            | NOVATO           |                   | INICIANTE          |                     | INTERMEDIÁRIO           |                          | AVANÇADO           |                     |
|------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------|
| FINANCEIRA | Automação Novata | Otimização Novata | Automação Inciante | Otimização Inciante | Automação Intermediária | Otimização Intermediária | Automação Avançada | Otimização Avançada |
|            | Controle Novato  | Manutenção Novata | Controle Inciante  | Manutenção Inciante | Controle Intermediário  | Manutenção Intermediária | Controle Avançado  | Manutenção Avançada |
| PESSOAS    | Automação Novata | Otimização Novata | Automação Inciante | Otimização Inciante | Automação Intermediária | Otimização Intermediária | Automação Avançada | Otimização Avançada |
|            | Controle Novato  | Manutenção Novata | Controle Inciante  | Manutenção Inciante | Controle Intermediário  | Manutenção Intermediária | Controle Avançado  | Manutenção Avançada |
| OPERAÇÕES  | Automação Novata | Otimização Novata | Automação Inciante | Otimização Inciante | Automação Intermediária | Otimização Intermediária | Automação Avançada | Otimização Avançada |
|            | Controle Novato  | Manutenção Novata | Controle Inciante  | Manutenção Inciante | Controle Intermediário  | Manutenção Intermediária | Controle Avançado  | Manutenção Avançada |
| PRODUTOS   | Automação Novata | Otimização Novata | Automação Inciante | Otimização Inciante | Automação Intermediária | Otimização Intermediária | Automação Avançada | Otimização Avançada |
|            | Controle Novato  | Manutenção Novata | Controle Inciante  | Manutenção Inciante | Controle Intermediário  | Manutenção Intermediária | Controle Avançado  | Manutenção Avançada |

Fonte: Autor (2022)

O modelo apresentado foi construído no formato de matriz, porém seguindo uma perspectiva do linear, com evolução da maturidade de forma singular, contemplando um formato misto. Além disso, sua composição foi dividida em partes: dimensões (eixo vertical) e etapas (eixo horizontal), onde o relacionamento entre esses dois eixos é determinado pelos parâmetros de automatização, otimização, controle e manutenção.

Ao analisar o contexto de pequenas e médias empresas, a complexidade e velocidade de tomada de decisão foi considerada. Portanto, os planos e ações para identificar o momento da empresa foram simplificados em relação aos modelos bases.

As dimensões propostas foram a financeira, pessoas, operações e produtos, representando, respectivamente, os processos envolvendo a gestão financeira, de pessoas e cultura, de processos de transformação do produto ou serviço, e desenvolvimento do produto. A dimensão de estratégia foi retirada, pois, assim como Mittal e Romero, 2018, compreende-se que esta pode sobrecarregar as PME, uma vez que estas empresas são mais propensas a se concentrar em táticas e operações para administrar seus negócios diários.

No eixo horizontal, identifica-se as etapas do modelo. Esta parte representa o nível de maturidade por si só da dimensão analisada e, portanto, revela o progresso da digitalização. A escolha de quatro etapas foi determinada pelo mesmo motivo antes

posto, facilitar o entendimento de gestores e operadores, evitando conflitos com a qualidade técnica de funcionários.

Especificamente, para se determinar qual etapa de maturidade uma dimensão se encontra, são utilizados parâmetros, nos quais perguntas são realizadas para definir a sua excelência em relação a digitalização. De maneira geral, para qualquer situação, os parâmetros avaliam as seguintes diretrizes (Figura 8):

Figura 8 — Parâmetros e seus níveis

|                    | NOVATO   | INICIANTE   | INTERMEDIÁRIO   | AVANÇADO   |
|--------------------|--|---|---|--|
| DIMENSÃO ANALIZADA | Automação Novata<br>Processos Manuais              | Automação Iniciante<br>Processos Manuais com apoio de sistemas operacionais | Automação Intermediária<br>Processos Automatizados                        | Automação Avançada<br>Processos Automatizados entre setores          |
|                    | Otimização Novata<br>Processos sem uso de métricas | Otimização Iniciante<br>Processos com uso de métricas (Não alcançadas)      | Otimização Intermediária<br>Processos com uso de métricas (Alcançadas)    | Otimização Avançada<br>Processos com uso de métricas (Superadas)     |
|                    | Controle Novata<br>Processos com avaliação Manual  | Controle Iniciante<br>Processos com avaliação Descritiva                    | Controle Intermediário<br>Processos com avaliação Preditiva               | Controle Avançado<br>Processos com avaliação Prescritiva             |
|                    | Manutenção Novata<br>Processos sem Manutenção      | Manutenção Iniciante<br>Processos com inspeção manual                       | Manutenção Intermediária<br>Processos com inspeção e com interação humana | Manutenção Avançada<br>Processos com inspeção e sem interação humana |

Fonte: Autor (2022)

Dentre os parâmetros, podemos utilizar a automação como exemplo. Considerando que a análise da digitalização da dimensão analisada seja iniciada, o responsável deve averiguar se os processos relacionados são realizados de maneira manual, manual com apoio de sistemas de gestão, automatizados ou automatizados e interligados com outras dimensões. A resposta oferece uma percepção sobre a maturidade do seu processo.

Para cada parâmetro, uma pergunta é feita, seguindo um critério específico para determinar seu nível no modelo, de tal maneira que, para cada dimensão, são realizadas quatro perguntas. Caso, a análise revele que as quatro perguntas categorizem seus parâmetros com os critérios mínimos para dominar uma etapa, seu nível digitalização se enquadra nessa etapa.

### 5.3.1 BENEFÍCIOS DO MODELO DE MATURIDADE

Diante do diverso número de áreas de atuação de negócios e da individualidade de cada situação, o modelo de maturidade proposto foi projetado para ser utilizado de maneira ampla por diversos setores de PMEs, objetivando a flexibilidade e o empoderamento de organizações para suas análises.

As dimensões propostas foram construídas de tal modo que possam ser reorganizadas da maneira que seja mais condizente com a realidade da empresa. Apesar da sugestão inicial de quatro dimensões, é encorajado que responsáveis pela análise possam destrinchar ou atribuir novas. De maneira similar, os parâmetros podem ser realizados de forma qualitativa ou quantitativa, com uso de pesquisas internas ou por meio de indicadores e métricas, assim como outros.

Porém, especificamente, não é aconselhável que sejam realizadas mudanças nos quatro pilares que definem a qualidade das soluções digitais utilizadas, nem sequer sobre os seus critérios, uma vez que essas são as características fundamentais do modelo, podendo ocasionar a perda da robustez desenvolvida.

Ademais, os custos relativos à implementação do modelo e treinamento da equipe dependem somente de decisões estratégicas realizadas pelas lideranças da empresa, podendo utilizar os aprendizados não somente como uma ferramenta de análise interna, como um mecanismo para estudo de mercado ao comparar os mesmos critérios com empresas concorrentes.

### 5.3.2 SISTEMAS CONTÍNUOS DE MATURIDADE

O modelo proposto é suficiente para responder a maioria das cinco características que devem estar presentes em uma ferramenta para avaliação da digitalização de empresas, porém, o conceito de análise por meio de um sistema contínuo de aprendizagem não se faz presente. Logo, surge a necessidade de métodos adicionais cujas características sejam capazes de apoiar na avaliação da evolução organizacional. São sugeridos para avaliação da evolução de PMEs em sua jornada de maturidade em digitalização os métodos (i) ciclo PDCA, (ii) ciclo de Vida e (iii) espiral de Nonaka, respectivamente considerando a existência, vivência e gestão de conhecimento de organizações.

Primeiramente, o método PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), verifica o progresso de melhorias por metas atribuídas aos produtos e processos dos sistemas empresariais de forma constante (CAMPOS, 2004). De acordo com Andrade *et al*, 2003, consiste em (i) planejar (*Plan*) objetivos e determinar procedimentos para o alcance desses objetivos, (ii) executar (*Do*) o plano de ação, (iii) checar (*Check*) ou monitorar as ações executadas e (iv) agir (*Act*) pela padronização de ações que foram aprovadas por sua eficácia. Estes passos são realizados de maneira que as metas e percepções possam ser melhoradas para novos planejamentos (figura 9).

Figura 9 — Ciclo PDCA



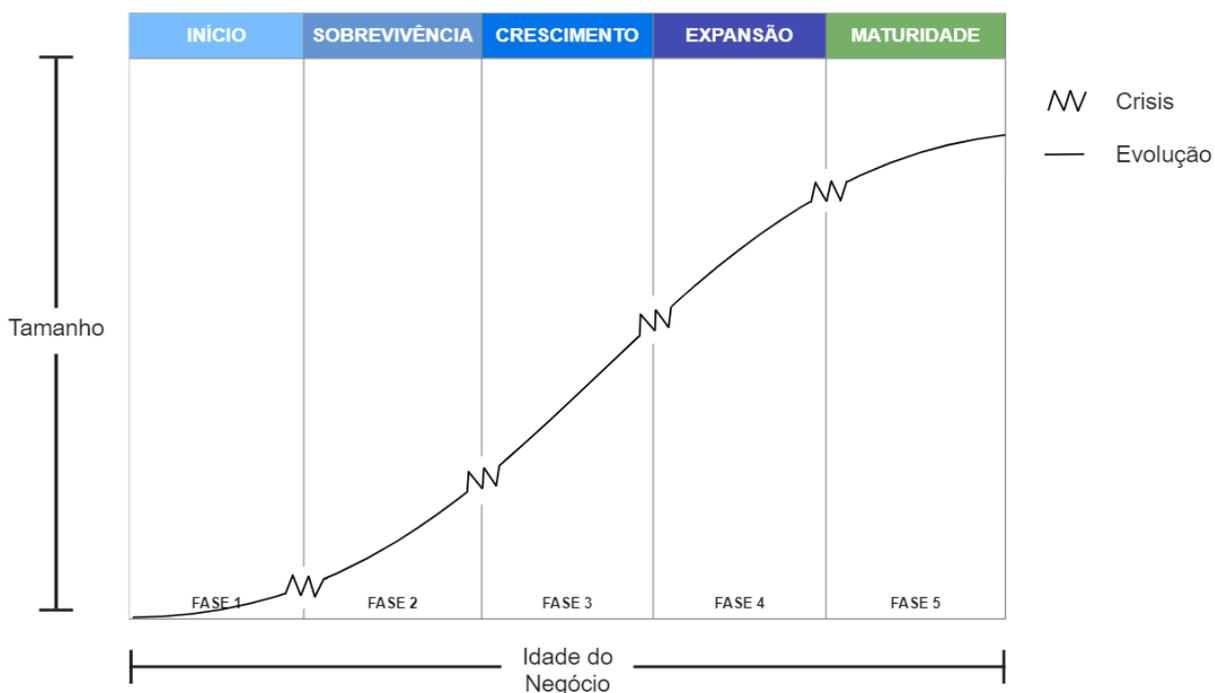
Fonte: 3neuron (2021)

Quanto a vivência, na perspectiva de Scott, 1987, o método de ciclo de vida (figura 10) expõem as fases de crescimento de uma empresa verificando oportunidades de progresso e tipos de crise que surgem. Dessa forma, o ciclo é dividido em:

1. Início, onde os valores principais são motivados em sua grande maioria pelos dos fundadores;
2. Sobrevivência, cujo foco situa-se no financiamento pelo capital de giro e a necessidade de investir no aumento de estoques e recebíveis;
3. Crescimento, quando a empresa apresenta lucros, mas é improvável que gere caixa para o proprietário;

4. Expansão, situada em âmbito de alto controle orçamental, relatórios de gestão regulares e autoridade descentralizada acompanhada por sistemas de contabilidade formalizados; e
5. Maturidade, que consiste em um momento de crescimento, porém, deixando de ser uma PME para uma grande empresa.

Figura 10 — Ciclo de vida



Fonte: Autor (2022)

Uma vez que as realidades entre negócios variam, o modelo não propõe definir qual a velocidade da evolução do ciclo de vida e nem o tamanho que uma empresa alcançará, todavia, sugere que, inicialmente em ritmo lento, à medida que atinja a etapa de crescimento, a taxa de expansão se torna máxima e diminui ao se aproximar da maturidade.

Sobre sua análise, para determinar em que momento uma empresa se encontra, é preciso avaliar de forma qualitativa os desafios-chaves. Em seguida, alguns indicadores referentes a sua organização empresarial, saúde financeira e outros podem ser utilizados como guias para interpretar sua situação. Além disso, ainda que uma empresa possa falhar em qualquer uma das fases, isso ocorrerá provavelmente por possíveis crises que podem ser evitadas se consideradas em decisões estratégicas (quadro 5).

Quadro 5 — Possíveis crises para cada fase

| <b>Fases</b>  | <b>Descrição</b>   | <b>Possíveis Crises</b>   |
|---------------|--|---|
| Início        | Estágio emergente e fragmentado.<br>Os principais valores que impulsionam a empresa serão os do(s) fundador(es).   | 1. Ênfase no lucro e não em se estabelecer<br>2. Despreparo para demandas administrativas<br>3. Incapacidade de delegar ou balancear responsabilidades  |
| Sobrevivência | Estágio emergente e fragmentado.<br>A ênfase de investimento passará para o capital de giro e a necessidade de financiar o aumento de estoques e recebíveis.   | 1. Vendas excessivas superam capacidade<br>2. Canais de atendimento e venda se tornam muito complexos<br>3. Competição superior<br>4. Falta de sistemas que permitam controle financeiro e de informações |
| Crescimento   | Estágio com lucro, porém sem retorno para proprietário.<br>Há crescimento com alguns concorrentes maiores e novas entrantes  | 1. Entrada de grandes competidores<br>2. As demandas de expansão para novos mercados ou produtos  |
| Expansão      | Crescimento e consolidação no mercado.<br>Controlo orçamental, relatórios de gestão regulares e autoridade descentralizada acompanhada por sistemas de contabilidade formalizados estão na ordem do dia. | 1. Distanciamento da alta gestão da operação<br>2. Dispersão com mudanças externas a empresa  |
| Maturidade    | Crescimento/Consolidado ou maduro/declínio   | Crises complexas, porém, não definidas.   |

Os estudos da perspectiva estratégica realizadas anteriormente indicam que a maioria das pequenas e médias empresas se encontra na fase de sobrevivência, quando a necessidade de investimento e geração de fluxo de caixa são importantes.

Sendo assim, as crises mais comuns que uma pequena e média empresa possivelmente enfrentará são (i) apresentar vendas excessivas que superam capacidade de produção, (ii) manter canais de atendimento e venda que não suportem a demanda do cliente, (iii) não prevalecer nas entregas de valores em relação a competição e (iv) não se modernizar com sistemas que permitam controle financeiro e de informações.

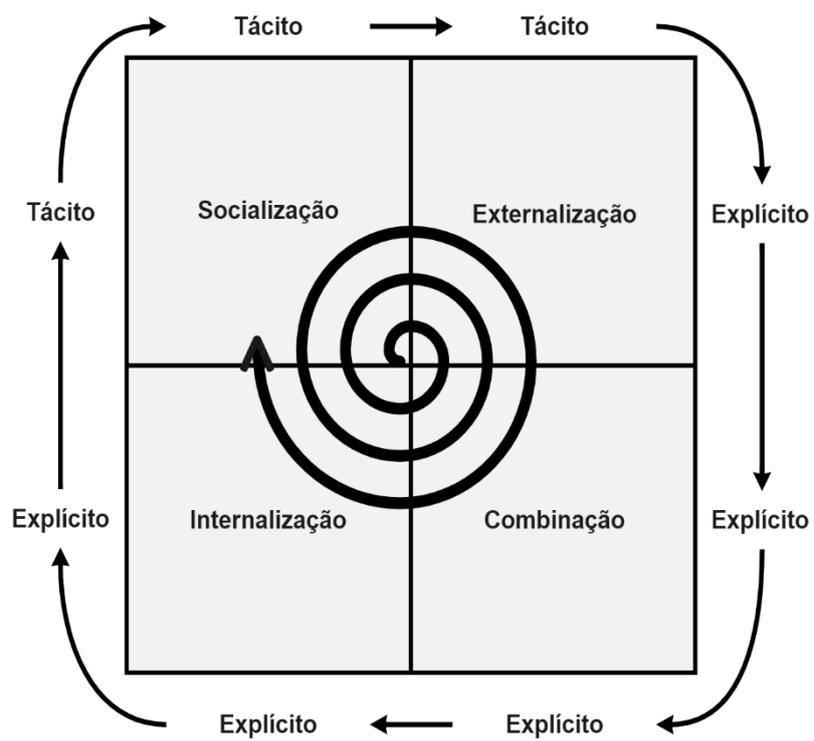
Vale ressaltar também que muitos negócios possuem poucos ou se não nenhum funcionário, apresentando o esforço apenas do proprietário. Neste caso, o modelo ainda vale como ferramenta por atribuir uma visão abrangente do negócio, sendo necessário sempre que ocorra alguma adaptação a cada caso.

Por fim, a gestão de conhecimento, concretizada pela espiral de Nonaka (figura 11), permite ao responsável desenvolver sua organização pela percepção do conhecimento explícito (tático), não expresso por palavras, e implícito, no qual é necessário interpretação (KAUR, 2020). Respectivamente, estes dois tipos são analisados em quatro situações:

1. Socialização, onde é realizada a comunicação interpessoal ou percepções intrapessoais;
2. Externalização, onde o conhecimento tácito torna-se explícito através da discussão e da contação do que aconteceu;
3. Combinação, cuja informação construída é sistematizada em um sistema de conhecimento e diferentes blocos de conhecimento explícito são integrados; e
4. Internalização, pelo qual o conhecimento explícito é internalizado nas bases de conhecimento tácito do indivíduo ou grupo.

Portanto, esse modelo é capaz de reforçar conhecimentos já existentes e simplifica novos, tanto pela dificuldade em externalizar aqueles já presentes, quanto pela tarefa de decifrar pontos que não estejam claros em organizações.

Figura 11 — Espiral de Nonaka



Fonte: Autor (2022)

## 6 CONCLUSÃO

Este estudo teve enfoque sobre o tema da digitalização e geração de valor em pequenas e médias empresas. Em meio a grande concorrência do mercado em busca de inovação constante, apesar destas empresas representarem grande parcela do PIB nacional, poucas são capazes de compreender sua evolução de forma eficiente no âmbito da inovação e entrega de valor ao cliente. Para isso, a digitalização foi identificada como uma ótima oportunidade ao se tratar de um conceito que se preocupa em implementar com maior eficácia tecnologias que conectam negócios com implementações digitais e por impulsionar negócios em relação a sua concorrência como diferencial no mercado.

Portanto, a solução propôs um modelo de maturidade para identificar o nível de digitalização de pequenas e médias empresas que contribua para o alcance da eficácia da cadeia de valor. Além disso, foram definidos o que é digitalização e sua importância, o histórico de digitalização, os principais modelos relativos a maturidade de digitalização que existem e ferramentas de apoio para decisões estratégicas envolvendo o assunto.

A metodologia utilizada foi baseada em estudo bibliográfico com aplicações de cunho quantitativo e qualitativo, pesquisa aplicada, procedimento lógico e sistemático, utilizando-se como método principal análises no banco de artigos *Web Of Science* e o método de geração de produtos, desenvolvimento de qualidade total.

Os dados retirados revelaram um grande acervo de estudos destinados ao tema de digitalização com foco sobre performance, impacto e visão de progresso do futuro. Também foram identificados que as PMEs possuem diversas barreiras econômicas, de qualidade de mão de obra e velocidade para tomada de decisões, algo que as empresas de maior sucesso afirmaram superar pela melhoria na experiência e da satisfação de clientes, bem como pela transformação digital de seus processos.

Diante deste cenário, foram encontrados 417 modelos de digitalização, dos quais 15 foram escolhidos para serem analisados por sua robustez em relação ao contexto analisado. Ainda que os enfoque e formatos destes estudos fossem diversos, buscam métodos diferentes para alcançar objetivos similares, apresentando perspectivas condizentes com o foco deles proposto.

A união entre dados históricos de pequenas e médias empresas, somado com a avaliação de modelos já existentes, trouxeram insumos importantes para a construção do modelo de maturidade proposto. Foram possíveis identificar as expectativas mais importantes do cliente, assim como as funções que a solução deve apresentar para o sucesso por meio da entrega de valor. Principalmente, revelou-se que o número de sistemas utilizados, tempo para se readaptar modelo e frequência de mudanças na estratégia são os aspectos mais importantes que o modelo deve considerar.

A partir dessa construção, um modelo de maturidade flexível e simples de ser analisado foi proposto, possuindo dois planos de ação, dimensões e etapas, assim como parâmetros conduzidos por quatro pilares para uma solução digital de impacto. Também, três métodos para apoio estratégico e análise de evolução de organizações são sugeridos, considerando a existência, vivência e gestão de conhecimento, respectivamente, pelo ciclo PDCA, ciclo de Vida e espiral de Nonaka.

Quanto as limitações do estudo, são identificados a necessidade da aplicação do modelo para confirmação das hipóteses e utilização de pesquisas com entrevistas, validando sua robustez em situações específicas em diferentes mercados de PMEs. Este tipo de pesquisa é útil para validar modelos e interpretar percepções do público-alvo. Ainda assim, o futuro sobre o tema guarda enormes potenciais de impacto socioeconômico e promete apoiar empresas a superarem expectativas internas e externas sobre temas envolvendo inovação e satisfação do cliente.

## REFERÊNCIAS

- 3NEURON. **PDCA**: O que é e como aplicar em sua organização. 2021. Disponível em: <https://3neuron.com/blog/pdca-o-que-e-e-como-aplicar/>. Acesso em: 2 mai. 2022.
- ANDRADE, Fábio Felipe de. **O método de melhorias PDCA**. São Paulo, 2003 Tese - Universidade de São Paulo.
- BARBOSA, Eduardo F. Instrumentos de coleta de dados em pesquisas educacionais. **Educativa**, out 1998.
- BRENNEN, J.S.; KREISS, D. Digitalization. **The international encyclopedia of communication theory and philosophy**, 2016.
- CAMBRIDGE UNIVERSITY. **TECHNOLOGY**. Cambridge Dictionary. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/technology>. Acesso em: 5 abr. 2022.
- CHEN, Baotong et al. Smart factory of industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges. **IEEE Access**, v. 6, p. 6505-6519, 2017.
- CLAUSING, Don. **Total Quality Development: A Step-by-step Guide to World Class Concurrent Engineering**. Amer Society of Mechanical, f. 253, 1998. 506 p.
- COHEN, B; KIETZMANN, J. Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy. **Organization and Environment** , v. 27. 279–296 p, 2014.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Falta de trabalhador qualificado**. Sondagem Especial. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-76-falta-de-trabalhador-qualificado/>. Acesso em: 5 abr. 2020.
- DE VASCONCELOS GOMES, Leonardo Augusto et al. Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. **Technological forecasting and social change**, v. 136, n. 30-48, 2018.
- ESSES, Diána; CSETE, Mária Szalmáné; NÉMETH, Bálint. Sustainability and Digital Transformation in the Visegrad Group of Central European Countries.. **Sustainability**, v. 13, n. 11. 5833 p, 2021.
- FACEBOOK. **Pesquisa do Facebook mostra primeiros sinais da recuperação das PMEs**. 2021. Disponível em: <https://about.fb.com/br/news/2021/09/pesquisa-do->

facebook-mostra-primeiros-sinais-da-recuperacao-das-pmes/. Acesso em: 5 abr. 2022.

FALCONI, Vicente. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Falconi Editora, v. 3, f. 133, 2013. 266 p.

FORTE, Esther et al. Digitalization in thermodynamics. **Chemie Ingenieur Technik**, v. 91, n. 3, p. 201-214, 2019.

GARCIA, Diogo. A Importância Da Transformação Digital. **Clube de Autores**, 2020.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1 ed. PLAGEDER, v. 1, 2009.

GIL, Antonio Carlos et al. Como elaborar projetos de pesquisa. **Atlas**, São Paulo, 2002.

GOLLHARDT, Torsten et al. Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies. **2020 IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI)**, IEEE, p. 94-103, 2020.

HE, Xiao Bing et al. Multi-View Modeling Scheme and Total Solution for Enterprise Digitalization. **Advanced Materials Research**, p. 841-845, 2010.

IVANČIĆ, Lucija; VUKŠIĆ, Vesna Bosilj; SPREMIĆ, Mario. Mastering the digital transformation process: business practices and lessons learned. **Technology Innovation Management Review**, v. 9, n. 2, 2019.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: final report of the Industrie 4.0 Working Group. ", **Communication Promoters Group of the Industry-Science Research**, Frankfurt, Abril 2013.

KAUR, Iavjot. **The Nonaka and Takeuchi Knowledge Spiral Model**. 2020. Disponível em: <https://www.activepeers.com/the-nonaka-and-takeuchi-knowledge-spiral-model-susan-hayes-culleton/>. Acesso em: 2 mai. 2022.

KIEL, D; ARNOLD, C; COLLISI, M. The impact of the industrial internet of things on established business models. **Proceedings of the international association for management of technology (IAMOT)** , Orlando, FL. 673–695 p, 15 Maio 2019.

LASI, Heiner et al. Industry 4.0. **Business & information systems engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

MARIANO, Ari Melo; ROCHA, Maíra Santos. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. **AEDEM International Conference**. 427 p, 2017.

MATZLER, K et la. The crusade of digital disruption. **Journal of Business Strategy**, 2018.

MEZGER, F. Toward a capability-based conceptualization of business model innovation: insights from an explorative study. **R&D Management**, v. 44, n. 5, p. 429-449, 2014.

MITTAL, Sameer; ROMERO, David; WUEST, Thorsten. Towards a smart manufacturing maturity model for SMEs (SM 3 E). **IFIP international conference on advances in production management systems**, Cham, p. 155-163, 2018.

MÜLLER, Julian Marius; BULIGA, Oana; VOIGT, Kai-Ingo. Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 132, p. 2-17, 2018.

NG, Huey Yuen; TAN, Puay Siew; LIM, Y. G. Methodology for Digitalization-a conceptual model. **2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**, p. 427-442, 2018.

OWEN, Art B. A central limit theorem for Latin hypercube sampling. **Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)**, v. 54, n. 2, p. 541-551, 1992.

PORTER, Michael E.; HEPPELMANN, James E. How smart, connected products are transforming companies. **Harvard business review**, v. 93, n. 10, p. 96-114, 2015.

RACHINGER, Michael et al. Digitalization and its influence on business model innovation. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2018.

RECEITA FEDERAL. **Resultado Fiscal Estrutural 2020**. Boletim Resultado Fiscal Estrutural. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/transparencia-fiscal/boletim-resultado-fiscal-estrutural/rfe-2021-2020-boletim.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2022.

RELATORIO de Avaliação CMAS 2020: Simples Nacional. 2020 p. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmap/politicas/2020/subsidios/relatorio-de-avaliacao-cmas-2020-simples-nacional>. Acesso em: 5 abr. 2022.

SAEBI, Tina; LIEN, Lasse; FOSS, Nicolai J. What drives business model adaptation?: The impact of opportunities, threats and strategic orientation. **Long range planning**, v. 50, n. 5, p. 567-581, 2017.

SCHULZ, Armin P. et al. Development and integration of winning technologies as key to competitive advantage. **Systems Engineering**, v. 3, n. 4, p. 180-211, 2000.

SEBRAE. **A recuperação da economia passa pelo incentivo aos pequenos negócios**. Agência SEBRAE de notícias. Disponível em: <https://www.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/NA/a-recuperacao-da-economia-passa-pelo-incentivo-aos-pequenos-negocios,38f982b3df9f4710VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 23 abr. 2022.

SEBRAE. **A transformação digital está presente nos pequenos negócios**. Portal SEBRAE. 2021. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sc/noticias/a-transformacao-digital-esta-presente-nos-pequenos-negocios,fc1603d0db7d4610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 5 abr. 2022.

SCOTT, Mel; BRUCE, Richard. Five stages of growth in small business. **Long range planning**, v. 20, n. 3, p. 45-52, 1987.