

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA**

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

**BRUNO DA COSTA FERREIRA GAMEIRO**

**DEFINIÇÃO DOS QUALIFICADORES QUE AVALIAM O GRAU DE  
MATURIDADE DA *SUPPLY CHAIN* 4.0 PARA AGROINDÚSTRIAS BRASILEIRAS**

**TUPÃ - SP**

**2022**

**BRUNO DA COSTA FERREIRA GAMEIRO**

**DEFINIÇÃO DOS QUALIFICADORES QUE AVALIAM O GRAU DE  
MATURIDADE DA SUPPLY CHAIN 4.0 PARA AGROINDÚSTRIAS BRASILEIRAS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento (PGAD), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento.

**Área de concentração:** Agronegócio e Desenvolvimento.

**Linha de Pesquisa:** Competitividade de Sistemas Agroindustriais.

**Orientador:** Prof. Dr. Eduardo Guilherme Satolo.

**Coorientador:** Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon e Prof. Dra. Izabela Simon Rampasso.

**TUPÃ - SP**

**2022**

### Ficha catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação da FCE – Unesp, Câmpus Tupã:

Gameiro, Bruno da Costa Ferreira.

G145d

Definição dos qualificadores que avaliam o grau de maturidade da Supply Chain 4.0 para agroindústrias brasileiras. / Bruno da Costa Ferreira Gameiro. – Tupã: [s.n.], 2022.

147 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Universidade Estadual Paulista UNESP – Faculdade de Ciências e Engenharia, 2021.

Orientador: Eduardo Guilherme Satolo

Coorientadora: Izabela Rampasso

Coorientador: Alexandre Tadeu Simon

1. Agroindústria 4.0. 2. *Supply Chain* 4.0 3. Tecnologia. 4. Grau de Maturidade. 5. Indústria 4.0. I. Título. II. Autor.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DEFINIÇÃO DOS QUALIFICADORES QUA AVALIAM O GRAU DE MATURIDADE DO SUPPLY CHAIN 4.0 PARA AGROINDÚSTRIAS BRASILEIRAS


**AUTOR: BRUNO DA COSTA FERREIRA GAMEIRO**

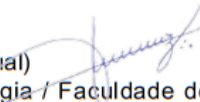
**ORIENTADOR: EDUARDO GUILHERME SATOLO**

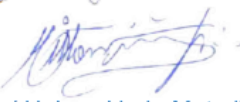
**COORIENTADORA: IZABELA SIMON RAMPASSO**

**COORIENTADOR: ALEXANDRE TADEU SIMON**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONEGÓCIO E DESENVOLVIMENTO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. EDUARDO GUILHERME SATOLO (Participação Virtual)   
Departamento de Gestão Desenvolvimento e Tecnologia / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP

Prof. Dr. TIMÓTEO RAMOS QUEIROZ (Participação Virtual)   
Departamento de Gestão, Desenvolvimento e Tecnologia / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP

Prof. Dr. MILTON VIEIRA JUNIOR (Participação Virtual)   
Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção / Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP - Piracicaba/SP

Tupã, 18 de janeiro de 2022

Dedico esta pesquisa a todos que buscam aperfeiçoar o modelo atual de vida ou processo, agindo de forma protagonista em prol da sustentabilidade do negócio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor por conceder-me tamanha saúde, conhecimento, disciplina e constância de propósito. Estes atributos foram vitais para concretizar este trabalho e tem sido fundamental para minha vida. Gratidão por tudo que tenho e terei.

Agradeço aos meus pais, que sempre lutaram incondicionalmente ao longo da minha jornada educacional. Mesmo em momentos de dificuldades, continuaram preocupados e empenhados a proporcionar-me uma formação de qualidade.

Agradeço ao meu irmão por sempre apoiar meus anseios de lapidar meu conhecimento e por ter influenciado na minha escolha profissional e, conseqüentemente, onde estou hoje.

Agradeço a minha esposa e parceira, que teve paciência e entendimento em vários momentos que estava dedicando-me a pesquisa, agora compreendo a expressão “ao lado de um grande homem, sempre existe uma grande mulher”. Sem seu apoio, não teria concluído este trabalho.

Agradeço a UNESP, que desde a graduação vem proporcionando-me muito desenvolvimento. Ao Campus de Tupã onde realizei o mestrado, na qual fui recebido tão bem e que o ambiente proporciona uma amizade calorosa e suporte de todos.

A todos respondentes do Formulário e aos especialistas que contribuíram de forma fundamental no levantamento do conteúdo e conhecimento da pesquisa.

Agradeço ao Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon e a Prof<sup>ª</sup>. Dra. Izabela Simon Rampasso, pelo suporte e orientação nos trabalhos de pesquisa, gratidão por contribuir na qualidade e desenvolvimento do trabalho.

Enfim, agradeço ao orientador Prof. Dr. Eduardo Guilherme Satolo, na qual contribuiu com sua experiência, conhecimento e amizade de forma tão bem. Parabenizo pela forma de orientação e paciência, mesmo em momentos de difícil decisão para onde seguir com a pesquisa, sabiamente conseguia elaborar perguntas para encaminhar o tema e conduzir a um rumo certo da pesquisa.

“Na era da agricultura, mandava no mundo quem tinha Terra, os coronéis. Na era industrial mandava no mundo quem tinha capital, quem tinha dinheiro. Os capitalistas. Hoje a moeda mudou, e quem tem informação dominará o mundo”

(Lair Ribeiro)

“A tecnologia vai reinventar o negócio, mas as relações humanas continuarão a ser a chave para o sucesso”.

“Plante um pensamento, colha uma ação; plante uma ação, colha um hábito; plante um hábito, colha um caráter; plante um caráter, colha um destino”.

(Stephen Covey)

GAMEIRO, Bruno da Costa Ferreira. **Definição dos qualificadores que avaliam o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 para agroindústrias brasileiras.** 2022. 147 folhas. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) – Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Tupã, 2022.

## RESUMO

O aumento da produção e troca de informações gerou transformações e mudanças de hábitos da sociedade, aumentaram a imprevisibilidade e tornaram o planejamento nas empresas mais complexo. Para atender a flexibilidade e rapidez exigidas pelo mercado, surge um conjunto de tecnologias que tornaram possível um novo conceito da Indústria 4.0 (I4) e, em seu escopo, a *supply chain* 4.0 (SC4). Na literatura sobre SC4 há lacunas quando discutido quais tecnologias e qualificadores que avaliam o grau de maturidade da SC4 nas agroindústrias. Deste modo, o objetivo do trabalho é definir quais os qualificadores norteiam o grau de maturidade da SC4 das empresas do agronegócio no Brasil. Este trabalho utilizou de diversos métodos de pesquisa para atingir seu objetivo. Inicialmente empregou-se do método de revisão sistemática da literatura (RSL) que permitiu identificar 13 tecnologias associadas a SC4 aplicadas nas agroindústrias. Dentro destas tecnologias, foi identificado um conjunto de 158 qualificadores, distribuídos em qualificadores de aplicação e de benefícios. A validação dos qualificadores foi realizada por meio de uma *survey* com especialistas na área, análise do cálculo do grau de pertinência de cada qualificador por meio da técnica *Fuzzy Delphi* e análise de local de atuação, resultando em 52 qualificadores distribuídos entre as 13 tecnologias. Essa pesquisa contribui para a área acadêmica e profissional, por aumentar as publicações na área do agronegócio e servir de referência para a aplicação da metodologia utilizada. No campo profissional, auxilia a avaliação da maturidade das empresas e norteia o processo de implantação da SC4, gerando retorno financeiro para as empresas e melhores serviços aos consumidores. Como trabalhos futuros sugere-se o desenvolvimento e validação de uma escala para mensurar o grau de maturidade da SC4 de empresas do agronegócio. Posteriormente, mensurar o grau de maturidade da SC4 em um conjunto de organizações para testar o grau de eficácia do instrumento.

**Palavras-chave:** Agroindústria. Grau de maturidade. Indústria 4.0. *Supply Chain* 4.0. Tecnologia.



GAMEIRO, Bruno da Costa Ferreira. **Definition of the qualifiers that evaluate the maturity degree of the supply chain 4.0 for brazilian agroindustries.** 2022. 147 pages. Dissertation (Master in Agribusiness and Development) – São Paulo State University (UNESP), School of Sciences and Engineering. Tupã, 2022.

## ABSTRACT

The increase in the production and exchange of information caused transformations and changes in society's habits, increased unpredictability and made planning in companies more complex. To meet the flexibility and speed demanded by the market, some technologies has emerged that made possible a new concept of Industry 4.0 (I4) and, in its scope, the supply chain 4.0 (SC4). There are gaps in the literature on SC4 when discussing which technologies and qualifiers assess the maturity level of SC4 in agroindustries. In this way, the objective of the work is to define which qualifiers guide the maturity level of SC4 of agribusiness companies in Brazil. This work used several research methods to achieve its objective. Initially, the method of systematic literature review (RSL) was used, which allowed to identify 13 technologies associated to SC4 applied in agroindustries. Regarding these technologies, it was identified 158 qualifiers, distributed across application and benefit qualifiers. The validation of the qualifiers was carried out through a survey with specialists in the area, evaluation analysis of the relevance degree of each qualifier through the Fuzzy Delphi technique and local action of 52 qualifiers distributed among the 13 technologies. This research contributes to the academic and professional area, by increasing publications in the area of agribusiness and serving as a reference for the application of the methodology used. In the professional field, it helps to assess the maturity of companies and guides the SC4 implementation process, generating financial returns for companies and better services to consumers. As future work, it is suggested the development and validation of a scale to measure the degree of maturity of SC4 in agribusiness companies. Subsequently, measure the degree of maturity of SC4 in a set of organizations to test the degree of effectiveness of the instrument.

**Keywords:** Agroindustry. Degree of maturity. Industry 4.0. Supply Chain 4.0. Technology.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Estrutura geral da dissertação .....	20
<b>Figura 2</b> - Procedimentos metodológicos .....	21
<b>Figura 3</b> - Classificação metodológica da pesquisa.....	23
<b>Figura 4</b> - Etapas da revisão sistemática da literatura efetiva .....	24
<b>Figura 5</b> - Nível de formação dos respondentes .....	31
<b>Figura 6</b> - Anos de experiência profissional dos respondentes .....	32
<b>Figura 7</b> - Área de atuação dos respondentes .....	32
<b>Figura 8</b> - Pilares da I4 .....	37
<b>Figura 9</b> - Volume de publicações por ano.....	43
<b>Figura 10</b> - Nacionalidade dos pesquisadores envolvidos nas publicações selecionadas .....	45
<b>Figura 11</b> - Distribuição da participação dos pesquisadores por país entre 2015 e 2020.....	46
<b>Figura 12</b> - Processo evolutivo da Gestão da Cadeia de Suprimentos .....	46
<b>Figura 13</b> - Representatividade das publicações selecionadas por áreas da supply chain.....	47
<b>Figura 14</b> - Volume das tecnologias abordadas nos artigos selecionados.....	49
<b>Figura 15</b> - Tecnologias da SC4 e sua abordagem pelos artigos selecionados entre 2015 a 2020 .....	50
<b>Figura 16</b> - Nuvem de palavras utilizando as palavras-chaves dos artigos selecionados.....	51
<b>Figura 17</b> - Análise de redes sociais referentes os artigos e as tecnologias estudadas .....	52
<b>Figura 18</b> - As interações entre as tecnologias .....	53
<b>Figura 19</b> - Quantidade de qualificadores durante as etapas de análise .....	95

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Relação entre objetivos de pesquisa e métodos .....	18
<b>Quadro 2</b> - Protocolo da pesquisa empregado na etapa de entrada .....	25
<b>Quadro 3</b> - Critérios utilizados no processo de busca e seleção dos artigos de interesse .....	27
<b>Quadro 4</b> - Artigos selecionados no processo de busca da RSL .....	28
<b>Quadro 5</b> - variáveis linguísticas .....	34
<b>Quadro 6</b> - Lista dos artigos selecionados (autores, ano publicação e países dos autores).....	44
<b>Quadro 7</b> - Tecnologias SC4 identificadas para os artigos selecionados .....	48
<b>Quadro 8</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia IoT .....	56
<b>Quadro 9</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia CPS .....	58
<b>Quadro 10</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia big data .....	59
<b>Quadro 11</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia cloud computing .....	60
<b>Quadro 12</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia RFID .....	61
<b>Quadro 13</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia machine learning .....	62
<b>Quadro 14</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia manufatura aditiva .....	62
<b>Quadro 15</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia digital twin.....	63
<b>Quadro 16</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia IA.....	64
<b>Quadro 17</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia AGV .....	65
<b>Quadro 18</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia blockchain .....	66
<b>Quadro 19</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia realidade aumentada.....	66
<b>Quadro 20</b> - Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia robôs/automação .....	67
<b>Quadro 21</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção .....	70
<b>Quadro 22</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação) .....	71
<b>Quadro 23</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação) .....	72
<b>Quadro 24</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação) .....	73
<b>Quadro 25</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação) .....	74
<b>Quadro 26</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação) .....	75
<b>Quadro 27</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação) .....	76
<b>Quadro 28</b> - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação) .....	77
<b>Quadro 29</b> - Qualificadores da tecnologia IoT selecionado após aplicação do FD .....	79
<b>Quadro 30</b> - Qualificadores da tecnologia CPS selecionado após aplicação do FD .....	80
<b>Quadro 31</b> - Qualificadores da tecnologia Big Data selecionado após aplicação do FD.....	81
<b>Quadro 32</b> - Qualificadores da tecnologia cloud computing selecionado após aplicação do FD .....	82
<b>Quadro 33</b> - Qualificadores da tecnologia RFID selecionado após aplicação do FD .....	83
<b>Quadro 34</b> - Qualificadores da tecnologia machine learning selecionado após aplicação do FD .....	83

<b>Quadro 35</b> - Qualificadores da tecnologia manufatura aditiva selecionado após aplicação do FD .....	84
<b>Quadro 36</b> - Qualificadores da tecnologia digital twin selecionado após aplicação do FD....	84
<b>Quadro 37</b> - Qualificadores da tecnologia IA selecionado após aplicação do FD.....	85
<b>Quadro 38</b> - Qualificadores da tecnologia AGV selecionado após aplicação do FD .....	85
<b>Quadro 39</b> - Qualificadores da tecnologia blockchain selecionado após aplicação do FD.....	86
<b>Quadro 40</b> - Qualificadores da tecnologia RA selecionado após aplicação do FD.....	86
<b>Quadro 41</b> - Qualificadores da tecnologia robô/automação selecionado após aplicação do FD .....	87
<b>Quadro 42</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia IoT.....	88
<b>Quadro 43</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia CPS .....	89
<b>Quadro 44</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia big data.....	90
<b>Quadro 45</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia cloud computing .....	91
<b>Quadro 46</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia RFID .....	92
<b>Quadro 47</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia digital twin .....	93
<b>Quadro 48</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia IA .....	93
<b>Quadro 49</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia RA.....	94
<b>Quadro 50</b> - Qualificador sumarizado da tecnologia robô/automação.....	95
<b>Quadro 51</b> - Volume de Qualificadores por tecnologia durante as etapas de análise .....	96

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGV	<i>Automatic Guided Vehicle</i> (veículo guiado automaticamente)
CPS	<i>Cyber Physical Systems</i> (Sistemas ciber-físicos)
DSC	<i>Digital Supply Chain</i> (Cadeia de suprimentos digital)
EUA	Estados Unidos da América
FCE	Faculdade de Ciências e Engenharia
FD	<i>Fuzzy Delphi</i>
IA	Inteligência artificial
I4	Indústria 4.0
IoT	<i>Internet of Things</i> (internet das coisas)
MA	Manufatura aditiva
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
RA	Realidade aumentada
RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i> (identificação por radiofrequência)
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SC	<i>Supply Chain</i> (Cadeia de suprimentos)
SC4	<i>Supply Chain</i> 4.0 (Cadeia de suprimentos 4.0)
SCM	<i>Supply Chain Management</i> (Gestão da cadeia de suprimentos)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Objetivo geral e objetivos específicos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Justificativa da pesquisa e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável .....</b>	<b>18</b>
<b>1.3 Inserção Interdisciplinar da pesquisa .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Estrutura da pesquisa.....</b>	<b>20</b>
<b>2 MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Classificação metodológica da pesquisa.....</b>	<b>21</b>
<b>2.2 Procedimentos da revisão sistemática da literatura (RSL).....</b>	<b>24</b>
2.2.1 Entrada.....	25
2.2.2 Processamento .....	26
2.2.3 Saída .....	28
2.2.4 Descrição da análise dos dados.....	29
<b>2.3 Survey (Formulário).....</b>	<b>30</b>
<b>2.4 Fuzzy Delphi.....</b>	<b>33</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Indústria 4.0 (I4) .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2 Tecnologias da I4 .....</b>	<b>36</b>
<b>3.3 Supply chain 4.0 (SC4).....</b>	<b>39</b>
<b>3.4 Agronegócio brasileiro .....</b>	<b>41</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Mapeamento da literatura acerca das tecnologias.....</b>	<b>43</b>
4.1.1 Considerações sobre o mapeamento da literatura das tecnologias da SC4.....	53
<b>4.2 Categorização dos qualificadores das tecnologias .....</b>	<b>55</b>
4.2.1 Considerações sobre a categorização dos qualificadores das tecnologias.....	67
<b>4.3 Validação das categorias .....</b>	<b>69</b>
4.3.1. Considerações sobre a validação e os qualificadores selecionados.....	87
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE A – FORMULÁRIO APLICADO AOS ESPECIALISTAS .....</b>	<b>111</b>
<b>APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.).....</b>	<b>147</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico afeta a maneira como as empresas fazem negócios, o progresso econômico, o desenvolvimento social e o meio ambiente de forma significativa. Uma das principais fontes dessas transformações é a Internet que se tornou um fator relevante para realizar negócios e melhorar a produtividade das atividades econômicas em geral. Diante da importância destas mudanças, soma-se a questão de que as indústrias serão afetadas por esses tipos de transformações. O contexto mencionado traduz o estágio inicial da Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0 (KULYK *et al.*, 2017).

O termo “Indústria 4.0” foi proposto pela primeira vez na Alemanha, na Feira de Hannover em 2011 (CULLOT *et al.*, 2020) e logo chamou a atenção, espalhando-se no mundo inteiro (AZIZ *et al.*, 2019). O tema Indústria 4.0 vem sendo cada vez mais discutido e é tema desta pesquisa, especificamente na área de suprimentos. A academia, as indústrias e os especialistas são desafiados continuamente na tarefa de encontrar e usar novos métodos e estratégias que elevem a produtividade dos sistemas de produção e tornem os produtos e serviços mais customizados. As indústrias, para atender as exigências de clientes e sobreviverem no mercado, sabem que é fundamental utilizar tecnologias inovadoras para se manterem competitivas (ANDERL, 2014). A maioria dos sistemas produtivos não está suficientemente preparada para essa revolução tecnológica e precisa incorporar as tecnologias e conceitos da Indústria 4.0 para se manterem competitivos neste novo cenário (BHARADWAJ *et al.*, 2013; HOMPEL e KERNER, 2015).

A Indústria 4.0 é uma continuação das Revoluções Industriais que aconteceram ao longo da história, sendo dignos de nota o advento da mecanização, da energia elétrica, da automação e da computação. Assim como nas revoluções anteriores, a Quarta Revolução vem acontecendo de forma gradual e acarretará mudanças como o desaparecimento de algumas profissões, alterações de outras sob a influência da tecnologia e o surgimento de muitas outras (KULYK *et al.*, 2017). Mais de 35% dos empregos serão influenciados e tecnologias como a robótica, o transporte autônomo, a inteligência artificial e novas máquinas, materiais, nanotecnologia e biotecnologia. A Indústria 4.0 é um conceito que apresenta a visão integrada de diversas tecnologias e deverá promover o "desfocamento de fronteiras" entre as esferas física, digital e biológica (KULYK *et al.*, 2017).

De acordo com Roque Jr. *et al.* (2019), as empresas têm o desafio de se adaptarem nas novas práticas de negócio e estratégias na gestão de cadeia de suprimentos. Nas cadeias agroindustriais, o processo de inovação é fortemente condicionado pelas etapas que compõem

a produção na fase agrícola do produto, da estrutura contratual que delas deriva, dos fatores modulares que interligam essas etapas e da interação entre inovação e ambiente. O agronegócio brasileiro, ao contrário de outros setores econômicos, é componente ativo de uma cadeia global de suprimentos, por envolver uma extensa cadeia produtivas. Insumos para agricultura no campo, passando por transporte e indústria de máquinas, produção agrícola, pecuária e distribuição dos produtos. A esfera nacional conta com o desenvolvimento de tecnologias e de insumos do exterior e os manipula internamente, transformando-os e agregando valor mediante vantagens comparativas naturais, reexportando os excedentes posteriormente (BUAINAIN *et al.*, 2014).

Rocha e Couto (2002) avaliaram que o agronegócio brasileiro é competitivo e capaz de disputar mercados internacionais. Nos últimos anos, poucos países tiveram um crescimento tão expressivo no comércio internacional do agronegócio quanto o Brasil. O volume exportado pelo setor do agronegócio brasileiro teve crescimento superior a 342% entre 2000 e 2021 (medido pelo IVE-Agro/Cepea), apresentando desempenho recorde em 2020 (CEPEA, 2021).

As projeções indicam que o Brasil apresentará crescimento populacional até 2042, quando se espera que a população atinja o chamado “crescimento zero”. Dada essa evolução, a população deverá alcançar um total de 226 milhões de habitantes em 2050 (IBGE, 2013). No Brasil, o Censo Populacional do IBGE de 2010 apontou que 86% de uma população de quase 200 milhões de brasileiros vive nas cidades. As projeções de população para 2030 indicam que essa participação deve se elevar, chegando a 94% em 2050 (IBGE, 2013).

O agronegócio brasileiro é considerado um dos motores da economia nacional, representando importantes avanços quantitativos e qualitativos. Este setor teve em 2020, participação de 26,6% do Produto Interno Bruto (PIB) (CEPEA, 2021). Adicionalmente, Bernardi e Inamasu (2014) disseram que o Brasil é referência na produção de grãos, assim, proporciona um mercado de rivalidade e de disputa.

A competição entre as empresas tem se intensificado nos mercados nacional e internacional, exigindo das organizações a busca de vantagem competitiva. Isto implica em buscarem eficiência em suas operações e processos de gestão (ANTUNES *et al.*, 2008). Um dos fatores ligados à vantagem competitiva é a inovação e gestão em *supply chain*.

As organizações, diante desse cenário, buscam inovar como forma de sobrevivência e desenvolvimento e, somado ao crescimento da população, certamente trará implicações em termos da demanda futura de alimentos. Conseguir se adaptar às novas demandas, mudanças de hábitos alimentares, flexibilidade e agilidade para atender as exigências dos consumidores e à demanda, elevam a importância da *supply chain* nas organizações modernas. A melhoria na



área de *supply chain* exige que, primeiro, as organizações avaliem o estágio em que se encontram em relação aos seus competidores considerando tecnologias, tendências e metodologias. A partir daí, seguem em direção à inovação. Desta forma, mostra-se ser relevante o tema maturidade.

A avaliação do grau de maturidade em uma empresa, de acordo com Yu e Huo (2018), se refere ao estado atual do processo ou área, para atingir os objetivos ou desempenho ou requisitos desejados na área de interesse. Curtis *et al.* (2001) entendem que a aferição do nível de maturidade organizacional é uma forma de a empresa analisar se o desempenho dos processos melhorou. Na mesma linha de raciocínio, Wendler (2012) afirma que a existência de um modelo de maturidade possibilita que seja mensurada maturidade da empresa em relação a determinado processo. Consequentemente, é possível avaliar a qualidade e performance na área em questão e buscar melhorias. As indústrias que têm um nível de maturidade maior, conseguem gerenciar melhor processos, têm um desenvolvimento contínuo e tem uma boa reputação com clientes (STACHOWIAK e OLÉSKÓW-SZŁAPKA, 2018).

Países como Alemanha, China e Estados Unidos já possuem empresas que aplicam os conceitos propostos pela Indústria 4.0 e outras nações que começaram a implementar seus fundamentos. As aplicações da Indústria 4.0 no Brasil são recentes. Em razão disso, é importante entender e identificar quais serão os impactos causados nos diversos setores industriais do país (SANTOS, 2018).

Essa dissertação, portanto, objetiva a responder a seguinte questão de pesquisa: “*Quais são os qualificadores que permitem avaliar o grau de maturidade da supply chain 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil?*”.

## **1.1 Objetivo geral e objetivos específicos**

Em busca de responder à questão de pesquisa, este trabalho tem como objetivo geral definir quais são os qualificadores que norteiam o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil. Para alcançar os objetivos pretendidos e, consequentemente, desenvolver a pesquisa, o objetivo geral foi desdobrado em três específicos:

- a) Mapear a literatura acerca das tecnologias e seus qualificadores abordados na *supply chain* 4.0;
- b) Categorizar os qualificadores das tecnologias associadas ao grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil;

c) Validar as categorias e os qualificadores selecionadas para o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil.

Cada um dos objetivos específicos está associado a um método científico, conforme é apresentado no Quadro 1 a ligação entre estes temas.

**Quadro 1** - Relação entre objetivos de pesquisa e métodos

<b>Objetivo Geral</b>	<b>Objetivos específicos</b>		<b>Método</b>
Definir quais são os qualificadores que norteiam o grau de maturidade da <i>Supply Chain</i> 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil.	a)	Mapear a literatura acerca das tecnologias e seus qualificadores abordados na <i>supply chain</i> 4.0;	Revisão Sistemática da Literatura.
	b)	Categorizar os qualificadores das tecnologias associadas ao grau de maturidade da <i>supply chain</i> 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil;	Revisão Sistemática da Literatura.
	c)	Validar as categorias e os qualificadores selecionadas para o grau de maturidade da <i>supply chain</i> 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil.	<i>Survey</i> (especialistas).

Fonte: elaborado pelo autor.

Cada objetivo específico tem sua finalidade e contribui para construir a entrega principal do trabalho (objetivo geral): definir quais são os qualificadores que norteiam o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil.

## 1.2 Justificativa da pesquisa e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Conforme apresentado na Introdução (capítulo 1), o Brasil apresentará crescimento populacional nas próximas décadas e haverá aumento também na porcentagem de pessoas vivendo nas cidades (IBGE, 2013), o que elevará o consumo de recursos e alimentos para poder nutrir toda esta população. Deste modo, há preocupação de como serão conciliadas as questões sociais, econômicas e ambientais, ou seja, se o desenvolvimento será de forma sustentável.

A pesquisa tem como objetivo gerar conhecimento na área de suprimentos para agroindústrias e analisar como a aplicação de tecnologias da Indústria 4.0 traz benefícios para a *supply chain* em empresas do agronegócio. Também contribui para o uso mais otimizado de recursos naturais e redução de desperdícios de alimentos.

Diante deste cenário, qualificar as tecnologias que elevam a maturidade das cadeias de suprimentos das empresas do agronegócio no Brasil será fundamental, tendo em vista que, conforme descrito pelo IBGE (2013), haverá aumento de demanda no setor do agronegócio com o crescimento da população. Desta forma, empresas passarão a ser exigidas por produtividade, eficiência, agilidade no atendimento e outros benefícios que estas tecnologias da *supply chain* 4.0 podem proporcionar.

Esta pesquisa contribui no atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (Organização das Nações Unidas) no que se refere a “assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis” (ODS 12) e, indiretamente, contribui com o objetivo 2 (ODS 2) de “acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável” (ONU, 2015).

### **1.3 Inserção Interdisciplinar da pesquisa**

O termo interdisciplinar implica uma exigência de interação, pressupondo a presença de pelo menos duas disciplinas e de ação recíproca entre ambas (LENOIR, 1998). A Capes (2008, p. 2) entende a interdisciplinaridade como um modo de se produzir o conhecimento, pois “implica trocas teóricas e metodológicas, geração de novos conceitos e metodologias e graus crescentes de intersubjetividade, visando atender a natureza múltipla de fenômenos com maior complexidade”.

O objeto da interdisciplinaridade está relacionado à exploração das fronteiras das disciplinas e das zonas intermediárias entre elas, proporcionando esperança de renovação, de mudança no domínio da metodologia das ciências humanas e desejo de uma nova adequação das atividades universitárias às necessidades sócio, profissionais ou econômicas (JAPIASSU, 1976).

A característica central da interdisciplinaridade consiste no fato de que ela incorpora os resultados de várias disciplinas, tomando-lhes de empréstimo esquemas conceituais de análise a fim de fazê-los integrar depois de havê-los comparado e julgado (JAPIASSU, 1976). Etges (1995) explicou que para se comunicar com um cientista de outra área, o pesquisador precisa deslocar seu conjunto de proposições para fora de sua linguagem específica, criando uma linguagem comum.

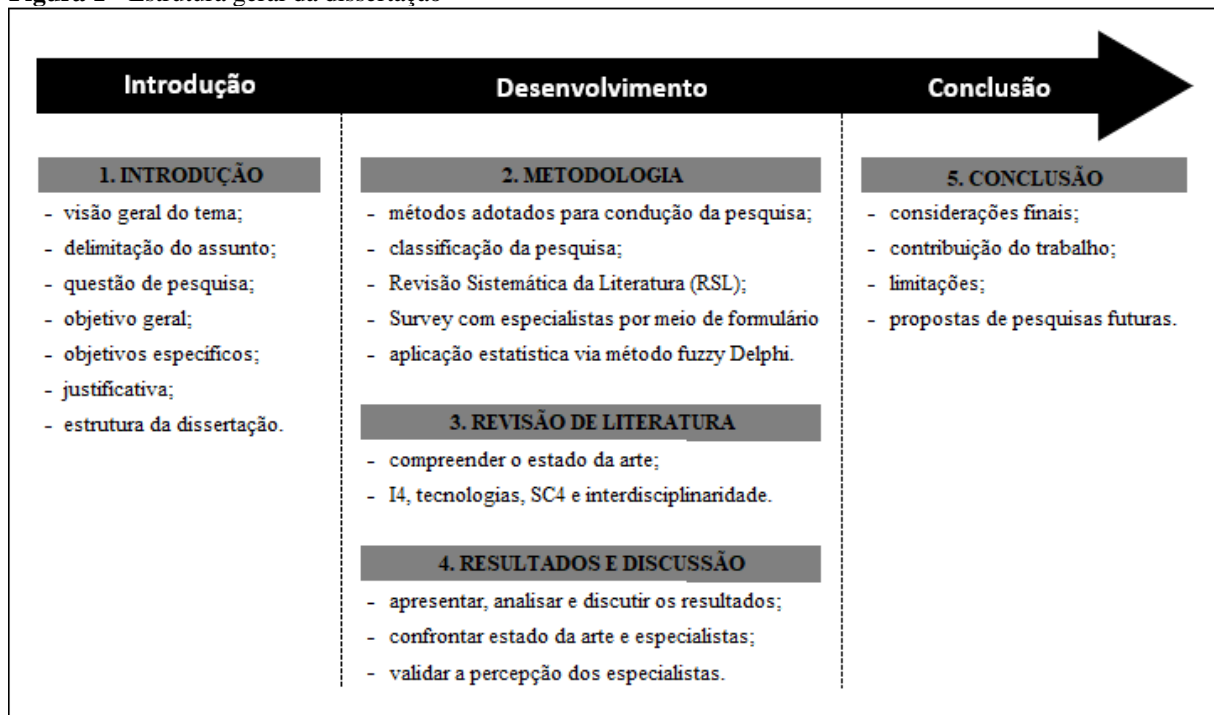
Esta pesquisa aborda conceitos de diversas áreas das ciências, sendo que estas estão integradas umas com as outras. As áreas que o trabalho inter-relaciona são: cadeia de suprimentos, como logística, programação de materiais, almoxarifado e compras, além de

tecnologia da informação, engenharia, administração, manufatura, sustentabilidade, agronegócio, entre outras. Como uma das metodologias empregadas é a revisão sistemática da literatura, outras áreas do conhecimento podem ter interesse em compreender melhor o método. Desta forma, este trabalho apresenta característica interdisciplinar.

## 1.4 Estrutura da pesquisa

Esta dissertação foi estruturada nas etapas: introdução, desenvolvimento e conclusão. Nota-se que estas etapas foram desdobradas em 5 capítulos, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1** - Estrutura geral da dissertação



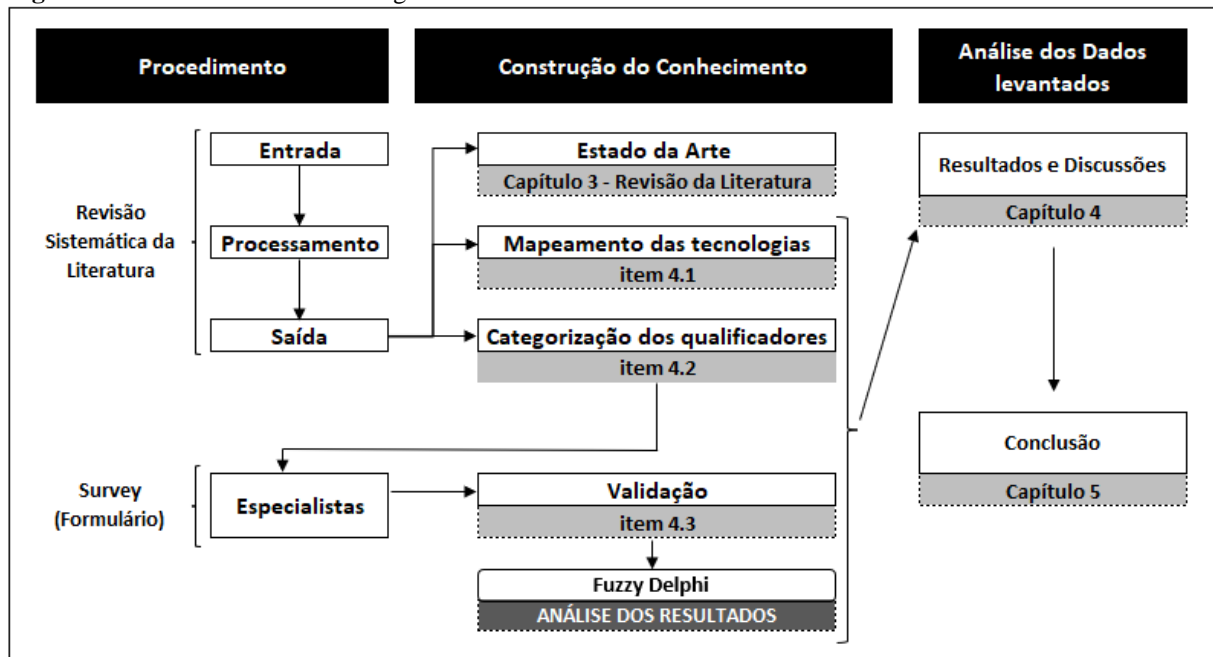
Fonte: elaborado pelo autor.

O primeiro capítulo é a introdução. Ela contextualiza o tema da pesquisa, delimita a abordagem, apresenta a questão de pesquisa, o objetivo geral e os específicos, a justificativa e, ao final, a estrutura da dissertação. O segundo capítulo, apresenta os métodos adotados para condução da pesquisa, assim como a sua classificação metodológica. O terceiro capítulo é a revisão da literatura, indicando o estado da arte e as definições dos principais conceitos utilizados. O quarto capítulo mostra a análise e discussão dos resultados a partir da teoria, a pesquisa *survey* e do formulário. Por fim, o quinto capítulo apresenta as considerações finais, as limitações e as propostas de pesquisas futuras.

## 2 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo serão apresentadas a classificação metodológica e os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa. A Figura 2 apresenta, de forma sintetizada, os procedimentos metodológicos planejados para a realização da pesquisa que serão apresentados nas seções: 2.2 (procedimento da revisão sistemática da literatura) e 2.3 (*survey* e o formulário aplicado com os especialistas).

Figura 2 - Procedimentos metodológicos



Fonte: elaborado pelo autor.

Nas próximas seções serão apresentadas a classificação metodológica da pesquisa e suas etapas, conforme exposto na Figura 2.

### 2.1 Classificação metodológica da pesquisa

As pesquisas, quanto à natureza, podem ser classificadas em básica e aplicada. A pesquisa aplicada tem como objetivo o desenvolvimento de conhecimentos que tenham finalidade prática e que proporcionem suporte na solução de questões específicas (SILVA e MENEZES, 2005). Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, pois tem como propósito definir quais os qualificadores que norteiam o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil.

Quanto ao objetivo, as pesquisas científicas são classificadas: exploratória, descritiva e explicativa. As pesquisas exploratórias “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema” (GIL, 2010). Para Malhotra (2001, p.106), a pesquisa exploratória “é uma modalidade de pesquisa que tem como principal objetivo o fornecimento de critérios sobre a situação problema enfrentada pelo pesquisador e sua compreensão”. Para Gil (2010) e Silva e Menezes (2005), na pesquisa exploratória procura-se conhecer mais a respeito de um determinado tema ainda pouco trabalhado pela academia. A presente pesquisa é classificada como exploratória, pois o autor entende que o tema “qualificadores que norteiam o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil” ainda precisa ser mais explorado e ter padrões estabelecidos pela academia, tendo em vista que o termo Indústria 4.0 surgiu em 2011 na Feira de Hannover (VOGEL-HEUSER e HESS, 2016) focado em aplicações em processos industriais e pouco utilizado até hoje no agronegócio.

A pesquisa, quanto a abordagem do problema, pode ser qualitativa, quantitativa ou mista (quali-quantitativa). De acordo com Bryman (1989) o que difere entre pesquisa quantitativa e qualitativa é que a qualitativa enfatiza a perspectiva subjetiva do indivíduo no que está sendo estudado. Nesta pesquisa foi utilizada interpretação do autor para levantar o estado da arte, elaborar as categorias dos qualificadores das tecnologias associadas ao grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil e realizar a *survey* (formulário) com especialistas para validar estas categorias. Após a aplicação do formulário, foram utilizadas ferramentas estatísticas e o método do *Fuzzy Delphi*. Frente ao exposto, justifica-se a classificação desta pesquisa, em relação a abordagem do problema, como pesquisa mista.

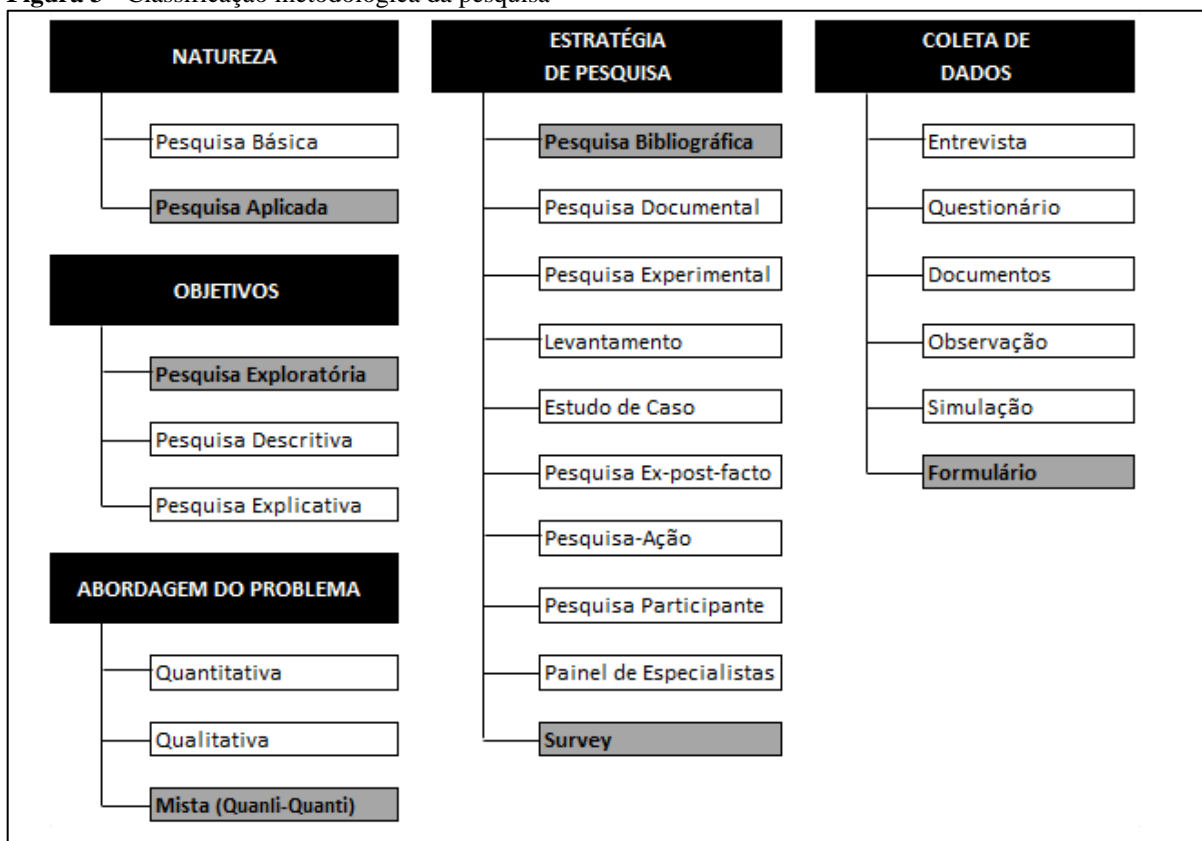
Quanto a estratégia de pesquisa, foram utilizadas a revisão sistemática da literatura e a *survey*. Segundo Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de materiais existentes, constituídos principalmente de livros e artigos. Praticamente todos os tipos de estudos contam com alguma pesquisa dessa natureza (GAUCH JUNIOR, 2003; GIL, 2010; YIN, 2014). Neste contexto, a revisão sistemática da literatura é um método que mapeia publicações sobre pesquisas relacionadas aos assuntos buscados e selecionados pelo pesquisador, para elaborar uma síntese do conhecimento e técnicas existentes sobre o tema (BIOLCHINI *et al.*, 2007). Para Bereton *et al.* (2007) a revisão sistemática da literatura permite ao pesquisador uma avaliação rigorosa e confiável das pesquisas realizadas dentro de um tema específico. Para Mulrow (1994), o uso de procedimentos sistemáticos aumenta a confiabilidade e acuracidade das conclusões e resultados do estudo. A revisão sistemática é reconhecida por ser metódica, transparente e ser replicável, conforme argumentam Cook *et al.* (1997) e Cooper (1998).

As etapas da revisão sistemática da literatura serão apresentadas na seção 2.2. Já o tipo de pesquisa *survey* exploratório, de acordo com Forza (2002) e Malhotra e Grover (1998) é utilizado quando é um fenômeno recente, que ainda não está consolidado ou definido e com escasso conteúdo. Este método contribuiria para determinar conceitos, conforme será detalhado na seção 2.3.

Podem ser empregados diversos meios em uma pesquisa para a coleta de dados como entrevistas, questionários, documentos, observações, simulações e formulários. O formulário é utilizado sempre que os dados não são encontrados em registros e fontes documentais, podendo ser obtidos por meio de contatos pessoais (CERVO e BERVIAN, 1996). Nesta pesquisa ele foi utilizado para a fase de coleta de dados e pode ser visto em detalhes na seção 2.3.

A Figura 3 sumariza a classificação metodológica desta pesquisa em termos de natureza, objetivos, abordagem do problema, estratégia de pesquisa e coletas de dados, destacando em cinza as aplicadas para esta pesquisa.

**Figura 3** - Classificação metodológica da pesquisa

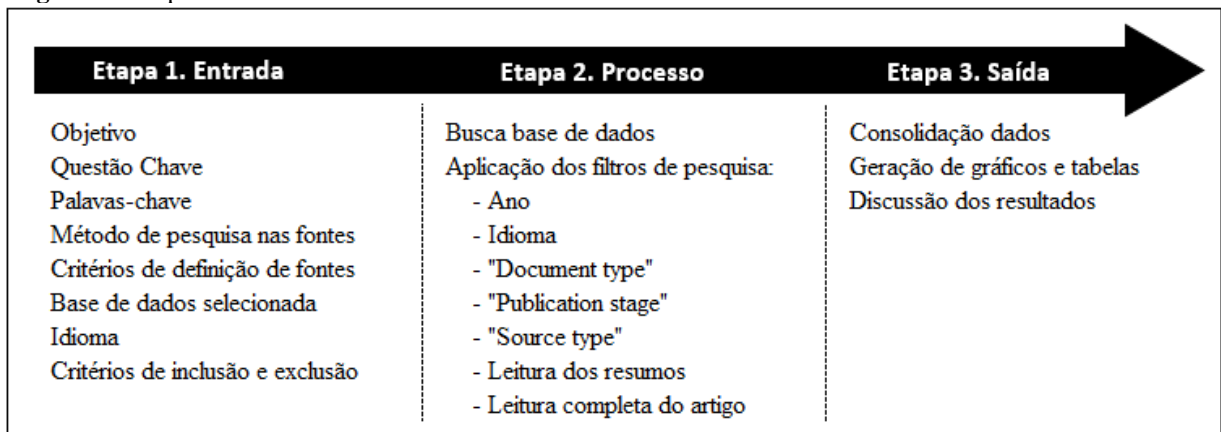


Fonte: elaborado pelo autor.

## 2.2 Procedimentos da revisão sistemática da literatura (RSL)

A condução da RSL utilizou como base o modelo de Levy e Ellis (2006), o qual é composto por uma sequência de passos e etapas. Levy e Ellis (2006) desenvolvem três etapas fundamentais: entrada, processamento e saída. A primeira etapa, a entrada, inicia-se com dados preliminares que serão utilizados como base para a segunda etapa, o processamento, por exemplo: artigos clássicos na área de estudo, artigos de referência indicados por especialistas e plano de como será conduzida a RSL. Trata-se de um documento que apresenta o processo, ferramentas e técnicas desenvolvidas durante esta segunda etapa (processamento). A terceira etapa, a saída, consiste na consolidação dos dados. A Figura 4 ilustra as três etapas da RSL proposta por Levy e Ellis (2006) adaptada às características particulares de aplicação a esta pesquisa.

**Figura 4** - Etapas da revisão sistemática da literatura efetiva



Fonte: Adaptado pelo autor a partir da proposta de Levy e Ellis (2006).

De acordo com Levy e Ellis (2006), uma RSL serve para entender o estado da arte de um determinado assunto, levantar as pesquisas realizadas e identificar as lacunas, fornecer e sintetizar embasamento teórico sólido para a pesquisa, evidenciar e justificar o problema de pesquisa na qual guiará a investigação e melhorar o método de pesquisa, objetivos e questões da pesquisa. Webster e Watson (2002) relatam que na RSL é adotada uma abordagem direcionada ao conceito estudado, comprovando um novo caminho para construção do conhecimento. Segundo Levy e Ellis (2006), o pesquisador correlaciona os dados, seu significado e importância, delimitando o cenário corrente e identificando lacunas do estado da arte.



### 2.2.1 Entrada

De acordo com Levy e Ellis (2006), em um processo de abordagem sistemática, se os dados de entrada do sistema estiverem incorretos, forem de baixa qualidade ou irrelevantes, resultará em uma saída ineficaz, independente da qualidade da etapa de processamento. Webster e Watson (2002) notaram que uma pesquisa sistemática deve garantir ao leitor uma teoria completa referente ao tema de literatura da pesquisa. Desta forma, mostra-se a importância desta etapa de desenvolvimento da pesquisa.

Nesta etapa foi apresentado o protocolo de pesquisa elaborado no Quadro 2. De acordo com Conforto e Amaral (2011), o protocolo inclui o objetivo da pesquisa, as questões chave, as palavras-chave, os critérios para seleções de fontes de pesquisa, a seleção da base de dados, os idiomas considerados, os critérios de inclusão e exclusão e os tópicos chave para a extração.

**Quadro 2** - Protocolo da pesquisa empregado na etapa de entrada

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
<b>Objetivo</b>	Realizar uma revisão sistemática de literatura relacionada às tecnologias e seus qualificadores da <i>supply chain 4.0</i>
<b>Questão Chave</b>	Quais são as tecnologias e seus qualificadores que norteiam a <i>Supply Chain 4.0</i> ?
<b>Palavras-chave</b>	"Supply Chain"; "SCM"; "4.0"; " industrial revolution"; "IV"; "fourth"; "framework"; "maturity"; "model"; "company"; "organization"; "industry"
<b>Método de pesquisa nas fontes</b>	Bases de dados científicos com acesso disponível na internet
<b>Crítérios de definição de fontes</b>	Artigos publicados em periódicos entre 2012 e 2020
<b>Base de dados selecionada</b>	<i>Scopus</i> (Elsevier) e <i>Web of Science</i>
<b>Idioma</b>	Inglês
<b>Crítérios de inclusão e exclusão</b>	Apenas artigos em estágio finalizado e apenas "Journal"

Fonte: elaborado pelo autor.

Os critérios apresentados no Quadro 2 foram analisados e definidos como sendo adequados para selecionar artigos para elaboração do estado da arte. O período selecionado para realizar as buscas foi entre 2012 e 2020. O início deste período considerou que o termo Indústria

4.0 é derivado do termo alemão “indústria 4.0” e surgiu em 2011 na Feira de Hannover (VOGEL-HEUSER e HESS, 2016). Já a primeira publicação com o termo *supply chain* 4.0 ocorreu apenas em 2012. O período final da busca, foi estabelecido como sendo o ano de 2020, ano em que a pesquisa foi iniciada.

Foram escolhidas duas bases de dados para construir o referencial teórico e definir o estado da arte: *Scopus* e *Web of Science*. Sobre as publicações, foram selecionados somente artigos finalizados e publicados em “Journal”, com o intuito de selecionar artigos relevantes e em sua versão final aprovada. Com isso, não haveria a possibilidade dos textos dos artigos serem modificados, pois estavam finalizados e disponíveis na internet para acesso.

O idioma utilizado foi o inglês, por ser uma língua universal e que a maior parte da literatura ser encontrada neste idioma. Na etapa processamento, quando utilizado o filtro de critério de inclusão do idioma inglês, apenas 7 artigos foram reduzidos em um total de 883 publicações, conforme Quadro 3.

Para realizar a RSL, a ferramenta “Start” (*State of the Art through Systematic Review*) versão 2.3.4.2, foi selecionada para dar suporte na condução da seleção dos artigos de modo formal, organizado e sistemático referente às etapas chamadas de “entrada” e “processamento”. Todo o protocolo, o passo a passo das atividades das etapas, estão registradas no “Start”, como, por exemplo, o objetivo da RSL, as *strings* de busca utilizadas nas bases, os critérios de inclusão e critério de exclusão), garantindo a formalização e o registro dos dados relacionados às etapas da pesquisa.

### 2.2.2 Processamento

A etapa de “processamento” tem a finalidade de coletar os dados da etapa “entrada” e transformar estes em informação, para ser analisada e dar suporte à construção do conhecimento (LEVY e ELLIS, 2006). Esta etapa de “processamento” é repetida ciclicamente até que ocorra a saturação dos dados, de forma a construir informações sólidas (CONFORTO e AMARAL, 2011).

No Quadro 3, são detalhados aspectos da seleção dos artigos. Inicialmente, entre as duas bases pesquisadas, identificou-se um total de 1.040 artigos. O processo de saturação dos dados ocorreu por meio da aplicação dos filtros, resultando em um total de 7. Dos filtros 1 a 5 foram selecionados aspectos quanto ao ano de publicação, idioma de publicação, *document type*, *publication stage* e *source type*.

**Quadro 3** - Critérios utilizados no processo de busca e seleção dos artigos de interesse

<b>Base dados</b>	<b>Scopus (Elsevier)</b>	<b>Web of Science</b>
<b>Data coleta</b>	10 de outubro de 2020	10 de outubro de 2020
<b>Busca</b>	Título artigo, Resumo e Palavras-chave	Todos os campos
<b>String</b>	("Supply Chain" OR SCM) AND (4.0 OR industrial revolution OR IV OR fourth) AND (framework OR maturity OR model) AND (compan* OR organization* OR industr*)	("Supply Chain" OR SCM) AND (4.0 OR industrial revolution OR IV OR fourth) AND (framework OR maturity OR model) AND (compan* OR organization* OR industr*)
<b>Resultado</b>	220 artigos	820 artigos
<b>Filtro 1</b>	<i>Year:</i> desde 2012	<i>Year:</i> desde 2012
Resultado	210 artigos	673 artigos
<b>Filtro 2</b>	<i>Language:</i> "english"	<i>Language:</i> "english"
Resultado	208 artigos	668 artigos
<b>Filtro 3</b>	<i>Document type:</i> "articles"	<i>Document type:</i> "articles"
Resultado	80 artigos	385 artigos
<b>Filtro 4</b>	<i>Publication stage:</i> "final"	<i>Final published versions:</i> "Green Published"
Resultado	73 artigos	39 artigos
<b>Filtro 5</b>	<i>Source type:</i> "Journals"	<i>Articles published in Journals:</i> "Gold DOAJ"
Resultado	67 artigos	16 artigos
<b>Filtro 6</b>	Leitura dos Resumos	Retirar duplicados e leitura dos Resumos
Resultado	43 artigos	4 artigos
<b>Filtro 7</b>	Leitura completa do artigo	Leitura completa do artigo
Resultado	34 artigos	2 artigos

Fonte: elaborado pelo autor.

Nota-se que até o filtro 5 restaram 83 (67 + 16) artigos. No filtro 6, foram realizadas duas análises: a primeira consistiu na leitura do resumo de cada artigo para avaliar o escopo, objetivo, tema e metodologia para verificar se o trabalho podia contribuir com a pesquisa. A segunda consistiu na verificação e remoção de artigos repetidos nas duas bases de dados (Scopus e Web of Science). Após o filtro 6, restaram 47 artigos. No filtro 7 foi realizada a leitura completa do artigo para observar detalhes, resultando nos 36 artigos selecionados para análise e discussão deste

trabalho. Vale ressaltar que a seleção dos artigos foi baseada fundamentalmente na análise interpretativa do autor frente ao objeto de interesse. No próximo tópico serão apresentados os trabalhos selecionados.

### 2.2.3 Saída

Após a etapa de “processamento” foi realizada a etapa de “saída”, na qual é feito um processo de síntese mostrando o estado da arte. Neste sentido, Webster e Watson (2002), relatam que é adotada uma abordagem direcionada ao conceito estudado, comprovando um novo caminho para a construção do conhecimento. Segundo Levy e Ellis (2006), o pesquisador correlaciona os dados, seu significado e importância, delimitando o cenário corrente e identificando lacunas do estado da arte.

O Quadro 4 apresenta os 36 artigos selecionados, seus autores e ano de publicação.

**Quadro 4** - Artigos selecionados no processo de busca da RSL

Nº	Autores	Ano	Nº	Autores	Ano
1	Esmaeliana <i>et al.</i>	2020	19	Makris, Hansen e Khan	2019
2	Mastos <i>et al.</i>	2020	20	Chen	2019
3	Müller, Veile e Voigt	2020	21	Frank, Dalenogare e Ayala	2019
4	Xie <i>et al.</i>	2020	22	Martín-Gómez, Aguayo-González e Luque	2019
5	Weking <i>et al.</i>	2020	23	Reis	2019
6	Tamy <i>et al.</i>	2020	24	Manavalan e Jayakrishna	2019
7	Rodríguez <i>et al.</i>	2020	25	Mostafa, Hamdy e Alawady	2019
8	D’Souza, Costa e Pires	2020	26	Li <i>et al.</i>	2019
9	Facchini <i>et al.</i>	2020	27	Bär, Herbert-Hansen e Khalid	2018
10	Sutawijaya e Nawangsari	2020	28	Bienhaus e Haddud	2018
11	Marmolejo-Saucedo e Hartmann	2020	29	Cozmiuc e Petrisor	2018
12	Talhi <i>et al.</i>	2020	30	Fawcett <i>et al.</i>	2018
13	Hassan <i>et al.</i>	2020	31	Shamim <i>et al.</i>	2017
14	Tozanli, Kongar e Gupta	2020	32	Kim <i>et al.</i>	2017
15	Khan, Byun e Park	2020	33	Li	2016
16	Horváth e Szabó	2019	34	Nishioka <i>et al.</i>	2016
17	Oh	2019	35	Pang <i>et al.</i>	2015
18	Hoffmann <i>et al.</i>	2019	36	Prause	2015

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 2.2.4 Descrição da análise dos dados

Após selecionar os artigos, seguindo o procedimento sistemático relatado, os passos realizados foram: análise bibliométrica relativa às publicações, estatística descritiva, análise de rede social, nuvem de palavras, análise de conhecimento, mapeamento da literatura acerca das tecnologias e seus qualificadores abordados na *supply chain* 4.0 e categorização dos qualificadores que devem ser utilizados para analisar o grau de maturidade das empresas do agronegócio no Brasil em relação à *supply chain* 4.0.

A análise de redes sociais (ARS) ou do inglês SNA (*social network analysis*), investigou as relações estabelecidas naturalmente entre as redes, criando laços e afinidades entre os termos analisados (GRANOVETTER, 1973). Rede social, de acordo com Brass *et al.* (1998), é o conjunto de atores e de laços que representam relacionamento entre os atores.

Borgatti e Foster (2003) definem rede como o conjunto de contatos ou nós conectados por um conjunto de laços diretos e indiretos que ligam vários atores. Além disso, esses contatos, ou laços, podem ser formais ou informais, fortes ou fracos, frequentes ou raros, altamente emocionais ou puramente utilitários (NELSON, 1984).

A ARS é um método utilizado para analisar as redes "invisíveis", informais, espontâneas e não intencionais oriundas das inter-relações em sociedade (GROSSETTI, 2003) e permite analisar a estrutura das ligações existentes entre os termos que compõem as redes sociais (TOMAEL e MARTELETO, 2013).

A ARS realiza um mapeamento e medição das conexões entre os termos ou participantes de um coletivo com o objetivo de correlacionar e analisar as ocorrências, além de contribuir com uma representação gráfica das relações sociais (KNOKE e YANG, 2008).

Milward e Provan (2002) discutem que, na abordagem de rede social, uma organização passa a ser entendida como um nó ou um ator em um conjunto de relacionamentos sociais. Atores e relacionamento são dois elementos indispensáveis na ARS (KENIS e OERLEMANS, 2008; KNOKE e YANG, 2008).

Os atores de uma rede social podem representar vários termos, como por exemplo: países ou regiões, pessoas ou equipes, organizações, entre outros. Uma questão importante é a definição do escopo da análise, ou seja, quais serão os atores que pertencerão à rede (PARKHE, WASSERMAN e RALSTON, 2006; KENIS e OERLEMANS, 2008).

Foi empregada a ferramenta “Gephi” versão 0.9.2 para realizar a ERS. Os dados obtidos são apresentados no Capítulo 4.

Para realizar a categorização é necessário investigar antes quais são os qualificadores. Assim, foram levantadas as aplicações e os benefícios para cada tecnologia abordada no estado da arte, pelos artigos selecionados advindos na RSL. Posteriormente, cada aplicação e benefício analisado foi estruturado da RSL e compõe o primeiro objetivo específico desta dissertação, são apresentadas na seção 4.1. Deste modo, é possível gerar uma lista de qualificador por aplicação e benefício associado para cada tecnologia. A partir deste processo, elaborou-se o formulário de pesquisa, empregado na etapa de *survey*, e que será metodologicamente apresentado na seção 2.3.

### **2.3 Survey (Formulário)**

A partir da RSL, foi realizado o mapeamento da literatura acerca das tecnologias da Indústria 4.0 abordadas na *supply chain* 4.0, ou seja, levantadas as tecnologias da Indústria 4.0 associadas a *supply chain*. Também foi realizada a análise de conhecimento acerca das aplicações e benefícios de cada tecnologia, o que resultou na categorização prévia dos qualificadores das tecnologias associadas ao grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil. Foi construído um formulário com base nestes dados (Apêndice A).

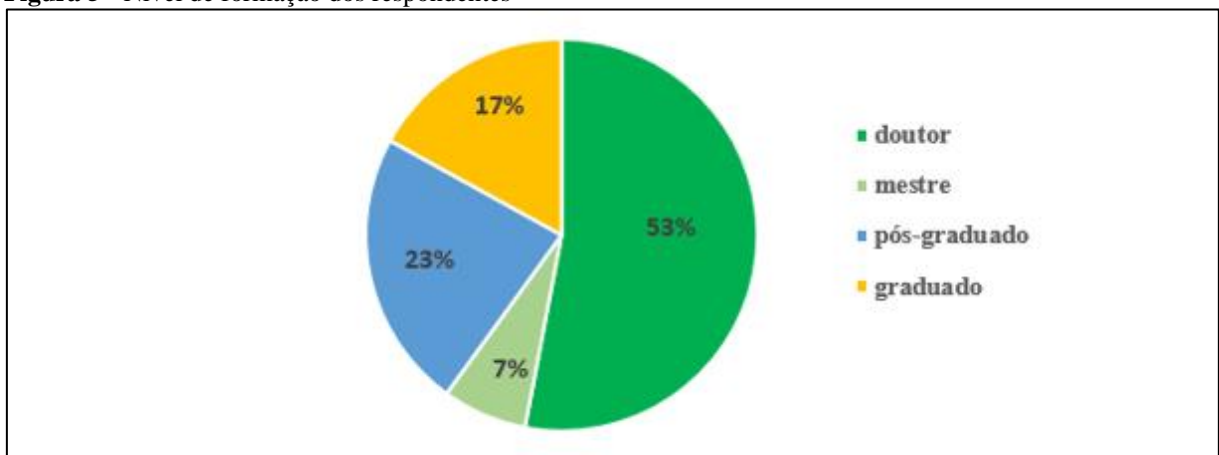
O formulário é composto por 3 partes. A primeira explica o propósito do formulário, comunica que a pesquisa está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE) da UNESP referente ao campus de Tupã (SP), apresenta o autor da pesquisa e seu professor orientador, informa que a identificação dos respondentes são protegidos e que os dados e conteúdo das respostas apenas serão utilizados em pesquisas científicas, e que, antes de responder o formulário, cada respondente tem que aceitar com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.) (Apêndice B).

A segunda parte do formulário tem como foco conhecer o perfil do respondente: grau de capacitação, área que atua e experiência de trabalho. Sobre o perfil dos respondentes do formulário, foram selecionados especialistas com domínio e conhecimento das tecnologias da Indústria 4.0. O objetivo foi o de validar as categorias e os qualificadores selecionados previamente para o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil. Neste sentido, foi elaborada uma lista de especialistas composta por pesquisadores, gestores industriais e consultores. No caso dos pesquisadores, participaram doutores que pesquisam na área da *supply chain*. Os gestores industriais foram escolhidos entre os líderes de

empresas que trabalham na área da *supply chain* ou manufatura e que tinham mais de 10 anos de experiência na área. Os consultores são pessoas com mestrado e/ou doutorado e que trabalham para dar suporte nas empresas que os contratam para realizar melhorias na área da *supply chain*. Ao todo, participaram 17 especialistas do formulário. Cada especialista teve um tempo de 7 a 14 dias para preencher e retornar o formulário. Flostrand *et al.* (2020), concluíram que, para grupos mais homogêneos de especialistas, uma amostra entre 10 e 15 participantes é recomendado. E Belton *et al.* (2019) recomendaram uma amostra entre 05 e 20 especialistas. Portanto, a mostra de 17 pessoas está adequada para realizar o formulário.

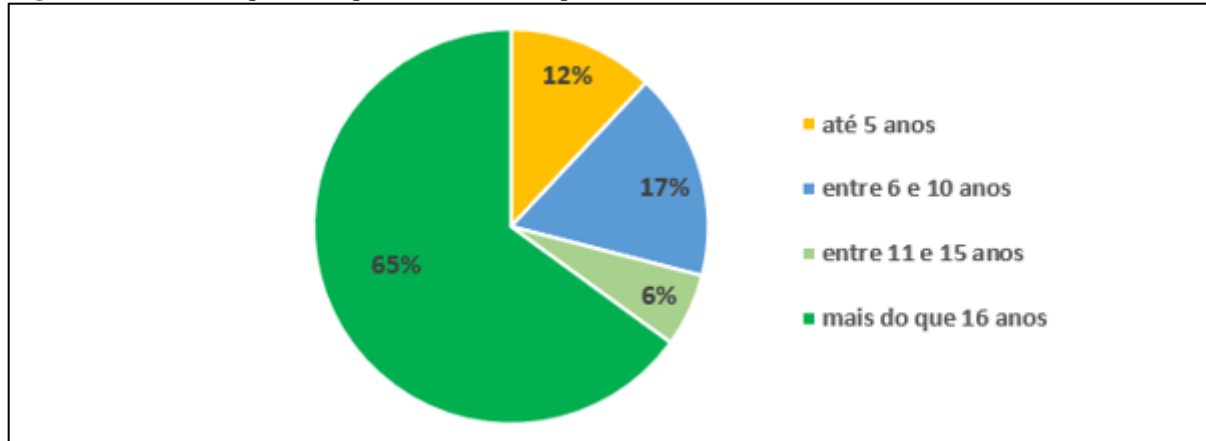
Sobre o perfil dos respondentes do formulário, conforme Figura 5, 53% dos especialistas têm formação em doutorado, 7% em mestrado, 23% com pós-graduação e 17% graduados. Portanto, 83% dos especialistas são pós-graduados (doutorado, mestrado e especialização). O que evidencia que os respondentes têm formação qualificada.

**Figura 5** - Nível de formação dos respondentes



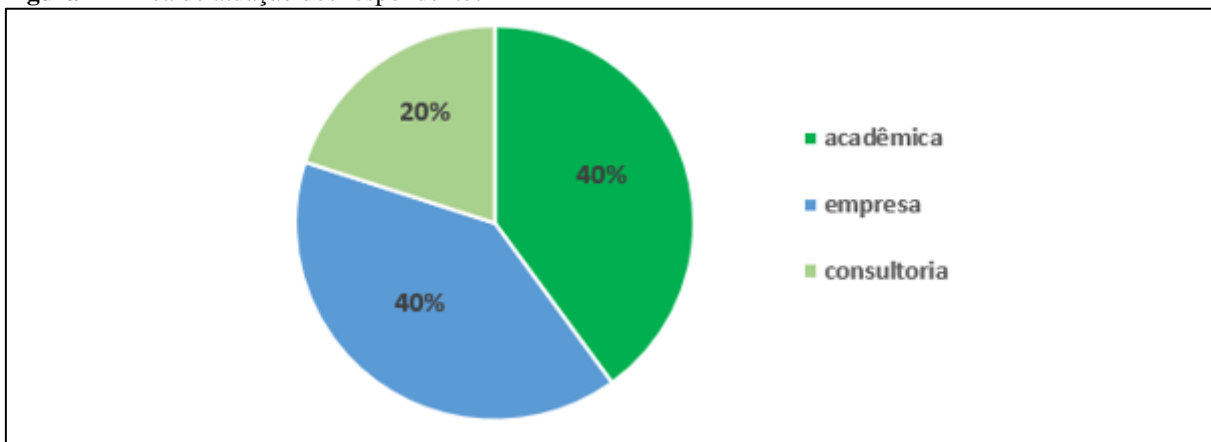
**Fonte:** elaborado pelo autor.

Complementando a análise do perfil dos respondentes do formulário, conforme Figura 6, 65% dos especialistas têm experiência profissional há mais de 16 anos, 6% entre 11 e 15 anos, 17% entre 6 e 10 anos e 12% até 5 anos. Portanto, 71% dos especialistas têm pelo menos 11 anos de experiência profissional. O que evidencia que os respondentes têm muitos anos de atuação nas áreas que atuam.

**Figura 6** - Anos de experiência profissional dos respondentes

**Fonte:** elaborado pelo autor.

Para finalizar a análise do perfil dos respondentes do formulário, conforme Figura 7, 40% dos especialistas atuam na área acadêmica, 40% em empresas/indústrias e 20% em consultoria. Tendo em vista que o perfil de consultoria é formado por pessoas com alto conhecimento teórico (doutores) e que atuam em empresas, conclui-se que o perfil dos respondentes equilibrou acadêmicos e práticos (atuam nas empresas).

**Figura 7** - Área de atuação dos respondentes

**Fonte:** elaborado pelo autor.

Na terceira parte do formulário estão as questões sobre as tecnologias, 13 mapeadas com a RSL. Cada tecnologia apresenta uma lista de qualificadores para as aplicações e outra para os benefícios. No formulário não foi contemplada a tecnologia manufatura inteligente, identificada no mapeamento das tecnologias durante a RSL. O motivo é que o seu contexto teórico engloba todas ou mais de uma tecnologia da Indústria 4.0, de acordo com o estado da arte.



Para cada qualificador da aplicação e do benefício de cada tecnologia, foi solicitado ao respondente associar se concorda ou não em relação a *supply chain* 4.0 em agroindústria brasileira. Foi usada a escala de *Likert*: concordo totalmente, concordo, indiferente, discordo e discordo totalmente. O detalhamento da seleção das tecnologias e dos qualificadores constituintes do formulário de pesquisa é parte dos resultados desta pesquisa e de seus objetivos específicos, sendo apresentados nas seções 4.1 e 4.2.

Após a construção do formulário, ele passou por um comitê formado por três professores doutores de universidades diferentes que verificaram questões semânticas e de conteúdo, para validá-lo. De modo a facilitar a coleta e tabulação de dados, o formulário foi elaborado na plataforma do *Google Forms* e seu *link* enviado por *e-mail* aos respondentes. Para a análise dos dados obtidos com o formulário usou-se a técnica de *Fuzzy Delphi*.

## **2.4 Fuzzy Delphi**

A análise dos dados resultante do método *survey* se deu por meio da técnica *Fuzzy Delphi* (FD). Stefano *et al.* (2014) relataram que a integração entre os métodos Fuzzy e Delphi foi proposta em 1985 por Murry, Pipino e Gigch, com a finalidade de aperfeiçoar a precisão dos dados a partir do método Delphi (KUO e CHEN, 2008). De acordo com Cheng e Lin (2002), a técnica Delphi é um dos meios de tomada de decisão mais comuns utilizados. Entretanto, Kuo e Chen (2008) alegaram que esta técnica tradicional tem a desvantagem de ter impacto das opiniões de especialista quando há baixa convergência. Daí a importância da combinação das técnicas para corrigir falta de precisão e atingir resultados mais confiáveis (CHENG e LIN, 2002). Segundo Vafadarnikjoo *et al.* (2018), a técnica FD é uma ferramenta relevante para lidar com a imprecisão dos julgamentos subjetivos que normalmente os respondentes fornecem.

De acordo com Stefano *et al.* (2014), o método FD necessita coletar a opinião do especialista uma única vez. Além disso, esta é respeitada quando realiza o cálculo do grau de pertinência de cada critério. Segundo Rampasso *et al.* (2021), no estado da arte existem variações do método Delphi, na qual apresentam uma lógica semelhante, porém com alterações em relação as etapas. As etapas do método FD usadas nesta pesquisa são as propostas por Bouzon *et al.* (2016):

- Etapa 1: identificação dos critérios de análise;
- Etapa 2: coleta da opinião dos especialistas. Ela foi realizada por meio do formulário de pesquisa, anteriormente apresentado. Mardani *et al.* (2015) consideram que os números *fuzzy* para verificar as variáveis linguísticas é uma forma de conter as incertezas de respostas. Para

efeito do cálculo do FD as opiniões dos especialistas foram transformadas em variáveis linguísticas, conforme descrito no Quadro 5.

**Quadro 5** - variáveis linguísticas

Variáveis linguísticas	Número <i>Fuzzy</i>
concordo totalmente	(0; 0; 0,25)
concordo	(0; 0,25; 0,5)
indiferente	(0,25; 0,5; 0,75)
discordo	(0,5; 0,75; 1,0)
discordo totalmente	(0,75; 1,0; 1,0)

Fonte: elaborado pelo autor.

- Etapa 3: é o chamado “fuzzyficar”. Consiste em estabelecer o número *fuzzy* triangular e calcular o valor de avaliação do número *fuzzy* triangular de cada critério dado por especialistas. Supondo que o número *fuzzy* que representa o valor de avaliação para o elemento “j” de “m” elemento dado pelo especialista “i” de “n” especialistas é  $w = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  e  $j = 1, 2, \dots, m$ . Deste modo, o peso *fuzzy* “wj” do elemento “j” é  $w_j = (a_j, b_j, c_j)$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ , onde:

$$a_j = \min_i \{a_{ij}\} \quad \text{Equação 1}$$

$$b_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad \text{Equação 2}$$

$$c_j = \max_i \{c_{ij}\} \quad \text{Equação 3}$$

- Etapa 4: é o chamado “defuzzyficar”. Calcular o  $S_j$ . Na qual obtido pela Equação 4:

$$S_j = \frac{a_j + b_j + c_j}{3}, j = 1, 2, \dots, m \quad \text{Equação 4}$$

- Etapa 5: comparar os valores de  $S_j$  com um limite, chamado de  $\alpha$ , com o objetivo de selecionar ou rejeitar o qualificador (SINGH e SARKAR, 2020). Nesta pesquisa, o valor utilizado para  $\alpha$  foi de 0,6, por apresentar o maior volume de dados e por ser um valor médio do valor mínimo de 0,5 e valor máximo de 0,7. Foram retirados os dois extremos, como 0,3 e

0,8, considerados valores que se diferenciam drasticamente de todos os outros dados e por apresentarem baixo volume de dados (KUMAR *et al.*, 2018; NOORI *et al.*, 2020). Para o qualificador ser aceito, o  $S_j$  precisa ser igual ou superior a 0,6. Ou seja:

- Se  $S_j \geq 0,6$ : o qualificador  $j$  foi selecionado;
- Se  $S_j < 0,6$ : o qualificador  $j$  foi rejeitado.

Os resultados da aplicação do FD estão descritos na seção 4.3.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Indústria 4.0 (I4)

A I4 é derivada do termo alemão “Industrie 4.0”, surgido em 2011 na Feira de Hannover como sinônimo de sistemas de produção ciber-físicos. Um fator que destaca a I4 são os modelos tecnológicos de produção inovadores, chamados *smart factories* (ou em português, fábrica inteligente ou manufatura inteligente). Eles se conectam e se associam por meio de sistemas virtuais e físicos articulados às redes e plataformas digitais com amplitude global, resultando assim em cadeias de valor revolucionárias e inovadoras. Deste modo, a I4 está pautada nos seguintes pilares: *big data*, *Internet of Things* (IoT, ou em português internet das coisas), fábrica inteligente e os sistemas ciber-físicos (ou em inglês *cyber physical systems*). Eles convivem em um cenário de conexão imediata de ambiente, máquina e ser humano e intercambiam informações em tempo real com as partes interessadas, gerando elevada quantidade de dados, que devem ser usados de maneira efetiva e segura, em uma nova plataforma de existência é a nuvem (VOGEL-HEUSER e HESS, 2016).

De acordo com Pfohl, Yahsi e Kurnaz (2015) I4 é definida como a união das tecnologias e inovações instaladas em uma cadeia de valor de maneira a desenvolver digitalização, colaboração em rede, transparência e socialização de produtos e processos.

Haleem *et al.* (2020) listaram os seguintes fatores que consideram requisitos da I4: desenvolver produto personalizado, implementar controle nos processos, rastrear o embarque do produto e sua distribuição. Para tanto, a I4 utiliza-se de tecnologias que, de acordo com Hermann, Pentek e Otto (2015), têm como principais componentes os sistemas ciber-físicos, IoT e fábrica inteligente.

O impacto da I4, de acordo com Costa (2017), ultrapassou a simples digitalização, sendo uma forma complexa de inovação. O autor explica que pelo fato de a I4 estar fundamentada na combinação de múltiplas tecnologias afetará o modo como as empresas pensam e gerenciam seus processos, estratégia e negócios.

#### 3.2 Tecnologias da I4

De acordo com Manavalan e Jayakrishna (2019), as tendências tecnológicas fundamentais para contribuir para o crescimento da I4 são: *big data*, sistemas ciber-físicos

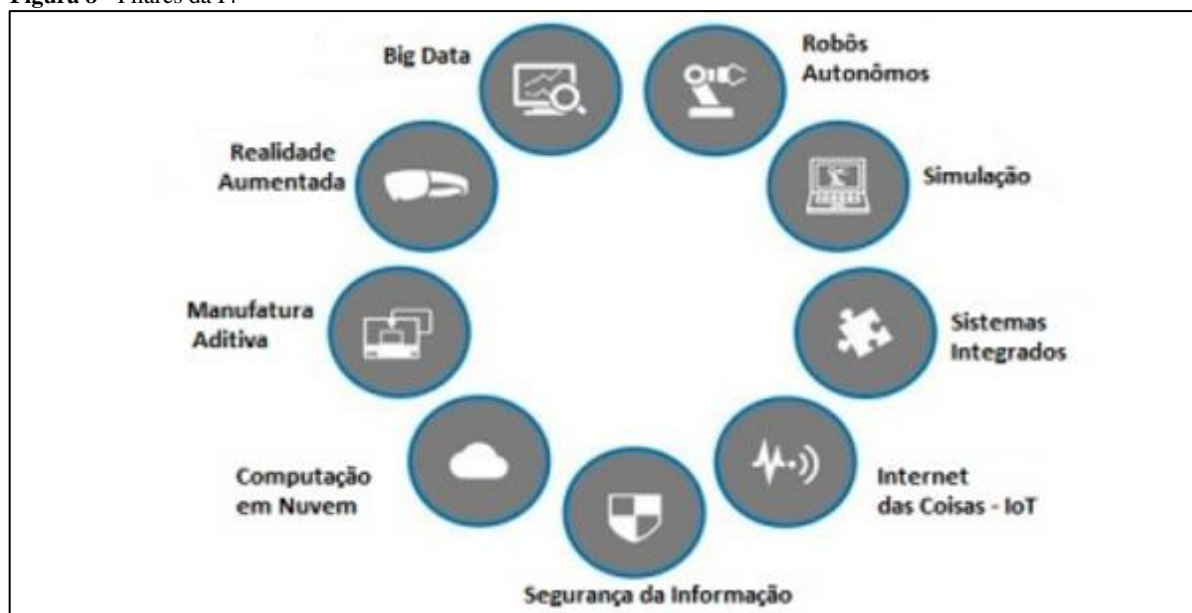
(CPS), *Automatic Guided Vehicle* (AGV, ou em português veículos guiados automaticamente), realidade aumentada (RA), manufatura aditiva (MA), *digital twin*, *cloud computing* e IoT.

Com outro enfoque, Bar *et al.* (2018) apresentaram termos de tecnologias da I4 que influenciam o *supply chain* das empresas, tais como: CPS, fábrica inteligente, IoT, *Radio-Frequency IDentification* (RFID, ou em português identificação por radiofrequência), RA, *digital twin* e inteligência artificial (IA).

Mesmo com enfoques diferentes entre os autores, Manavalan e Jayakrishna (2019) mais genérico e Bar *et al.* (2018) com contexto na *supply chain*, nota-se quatro tecnologias abordadas nas duas referências: CPS, IoT, RA e *digital twin*. Algumas tecnologias foram citadas em uma das fontes. Na primeira, foram citadas as tecnologias *big data*, AGV, MA e *cloud computing*, e, na segunda, fábrica inteligente, RFID e IA.

De acordo com Foster *et al.* (2018), os pilares da I4 formam um conjunto de tecnologias e tendências facilitadoras: segurança da informação; RA; *big data*; robôs autônomos; simulações; MA; sistemas integrados; *cloud computing* e IoT – conforme Figura 8. A seguir, serão apresentadas as definições sobre as tecnologias da I4.

**Figura 8** - Pilares da I4



**Fonte:** Foster *et al.* (2018).

Chandler (2015) relatou que a tecnologia *big data* surgiu como alternativa para o processamento de dados em volume alto e complexo e complementa que esta tecnologia visa capturar, armazenar, compartilhar, transferir e permitir a visualização de dados em diferentes ambientes e contextos. Já Zikopoulos *et al.* (2012) caracterizou a tecnologia *big data* em quatro aspectos: volume, veracidade, velocidade e variedade. O volume corresponde a quantidade de

dados gerados em um determinado tempo, veracidade à confiabilidade dos dados, velocidade à agilidade na troca de dados e variedade à diversidade e variabilidade de formato dos dados.

A tecnologia CPS, é a combinação de aspectos físicos e digitais. Nela, as máquinas são construídas em torno de sistemas de tecnologia da informação, interconectadas e capazes de se comunicar (SCHLECHTENDAHL *et al.*, 2014; LASI *et al.*, 2014; DAVIS *et al.*, 2012).

Kai *et al.* (2017) definiram a tecnologia AGV como um sistema de transporte guiado sem controle humano, ou seja, são autônomos e usados de forma lógica.

A tecnologia RA permite que a informação seja exibida em um dispositivo, como por exemplo, mostrar a instrução de trabalho em um óculos (exemplo *google glass*) auxiliando os trabalhadores na execução das etapas do processo (EROL *et al.*, 2016; GILCHRIST, 2016). De acordo com Milgram *et al.* (1994), RA é o ato de aumentar o “retorno natural” de algum processo ou espaço físico com a união entre imagens reais e artificiais.

A tecnologia MA corresponde à fabricação de produtos utilizando a impressora 3D (HUANG, LIU, MOKASDAR e HOU, 2013). Volpato *et al.*, (2007) afirmam que esta tecnologia pode ser utilizada para fabricar protótipos sem precisar desenvolver e investir em moldes e ferramentais. É um diferencial por agilizar processos e ser menos complexo.

Rodriguez *et al.* (2020), definiram a tecnologia *digital twin* como simular o ambiente real em uma réplica virtual, ou seja, replicar o ambiente em uma plataforma de software que permite simulações e análise de processos e ativos.

Bhoir e Patil (2014) definiram a tecnologia *cloud computing* como o armazenamento dos dados na nuvem, de forma digital, permitindo que eles sejam acessados em tempo real por meio da internet.

Maslaric, Nikolicic e Mircetic (2016) definiram IoT como sendo a tecnologia que permite que objetos físicos se comuniquem, de forma autônoma, usando a internet. Haller (2010) complementou dizendo que IoT representa a capacidade de qualquer objeto físico se comunicar com a internet, sendo possível o envio e recebimento de dados.

Fábrica inteligente é caracterizada pelo uso de sensores e pela integração de máquinas e sistemas de produção inteiros. Esses sistemas são controlados de forma autônoma e usam a internet para integrar dados externos, como de clientes e parceiros (LASI *et al.*, 2014; DAVIS *et al.*, 2012).

A tecnologia RFID é o uso de sensores e dispositivos de identificação por radiofrequência e permite rastrear materiais em tempo real (EROL *et al.*, 2016; LASI *et al.*, 2014; BRETTEL *et al.*, 2014).

A tecnologia IA é um sistema inteligente que toma decisões de forma autônoma e executa tarefas sem necessidade de interação humana (ECONOMIST, 2017; QIN, LIU e GROSVENOR, 2016).

Géron (2017) disse que a tecnologia *machine learning* é programa computacional que consegue aprender a partir de uma determinada experiência. Alpaydin (2014) afirmou que com o uso desta tecnologia pode-se detectar certos padrões nos processos ou no que estiver em estudo. Diante disso, é possível mapear tendências, realizar previsões e prever o que pode acontecer no futuro. Estes padrões só poderiam ser detectados pela tecnologia, ou seja, o homem não teria capacidade para tal (SHALEV-SCHWARTZ e BEN-DAVID, 2014).

A maioria dos estudos da tecnologia *blockchain* existentes se concentram em aplicações em criptomoeda, como o *Bitcoin* (YLI-HUUMO *et al.*, 2016). No entanto, ela pode ser empregada de múltiplas formas e em diversas áreas como saúde, mercado imobiliário e energia (ATHEY *et al.*, 2016). Para Barton (2018), a tecnologia consegue rastrear dados, mesmo em universo grande de parceiros. As transações entre os parceiros podem ser realizadas de forma confiável, transparente, segura, autenticada, com privacidade e transparência. Tudo isso com o endosso de usuários relevantes e que garantem imutabilidade e rastreabilidade dos dados.

### 3.3 *Supply chain* 4.0 (SC4)

A rede criada entre empresas e seus fornecedores para produzir e distribuir bens e serviços é definida como cadeia de suprimentos, em inglês seria *supply chain* (SC), e representa as etapas necessárias para fornecer um produto ou serviço aos clientes. O gerenciamento da cadeia de suprimentos é um processo significativo, pois cadeias de suprimentos otimizadas levam a custos mais baixos e agilidade no atendimento de pedidos. A cadeia de suprimentos tradicional consiste em uma série de etapas isoladas e, em grande parte, discretas. Transformar uma tradicional cadeia de suprimentos no *digital supply chain* (DSC), em português a tradução seria cadeia de suprimentos digital, quebra essas paredes para que a cadeia se transforme em um sistema integrado que opera perfeitamente. DSC não é sobre se os produtos ou serviços são físicos ou digitais, é a maneira como a cadeia de suprimentos é gerenciada (GÜLÇİN e FETHULLAH, 2018).

Mentzer *et al.* (2001) definiram SC como sendo um conjunto de três ou mais entidades, podendo ser organizações ou indivíduos, envolvidas nas etapas do fluxo de início ao fim, ou seja, envolve todo o fluxo de produtos, serviços, finanças, informações de cliente, incluindo também retroalimentação. Outros autores discutiram SC com foco na logística: Oliver e Weber

(1982) relacionam SC com a logística e a conecta com outras funções e Houlihan (1985) aborda SC relacionando com logística e com organizações de fora.

A I4 impacta o processo, a tecnologia e a gestão das cadeias de suprimentos. Isso leva a novos paradigmas baseados em redes de manufatura complexas e entrelaçadas, mudando os papéis de fornecedores de produtos, clientes e prestadores de serviços de logística (PRAUSE, 2015). I4 transforma as relações tradicionais entre os *links* da cadeia de suprimentos em uma rede de conexões (SZOZDA, 2017) apresentando colaboração em tempo real, integração e gerenciamento da qualidade (XU *et al.*, 2011). O modelo de contato com o cliente final, que frequentemente se move para o mundo virtual, está mudando, o que se traduz diretamente na formação de canais de distribuição (SZOZDA, 2017). Outro impacto é que as empresas que implementam inovações da I4, melhoram seu *market share* (MITTAL *et al.*, 2018; BENDUL e BLUNCK, 2019).

Adaptabilidade, eficiência de recursos e integração de processos de oferta e demanda são benefícios da I4. Fábricas, produção e equipamentos e objetos inteligentes, em potencial, tornam-se ‘inteligentes’ (VARGHESE e TANDUR, 2014). Esta característica inteligente abrange qualquer tecnologia que use bancos de dados, sensores e acesso sem fio. É um formulário de empilhamento e convergência de tecnologias (em oposição à convergência de tecnologia semelhante), que fornece um *gateway* para troca de dados entre o produto e o usuário e integra dados de sistemas de negócios, fontes externas e outros produtos relacionados (PORTER e HEPPELMANN, 2014). A tecnologia inteligente serve como uma plataforma para armazenamento e análise de dados (SCHWAB, 2016).

Da literatura, a IoT pode ter um significativo papel na melhoria de várias funções da *supply chain management* (SCM), ou, em português, gestão da cadeia de suprimentos. No atual mundo dos negócios, os armazéns têm um papel significativo no atendimento aos clientes. Eles servem como fontes principais de competitividade medida por quem pode entregar produtos mais rápidos com melhor eficiência de custos e flexibilidade. Nesse sentido, os gerentes precisam ter boa compreensão de tudo relacionado ao armazenamento e como isso afeta toda a cadeia de abastecimento (RICHARDS, 2017). Trappey *et al.* (2017) explicaram que a melhoria dos armazéns pode ser medida pela velocidade e precisão do atendimento às demandas, gestão eficaz e diminuição das atividades que não adicionam valor aos processos. Outra preocupação é a integração da informação que consiste em funções-chave para atualizações de status de estoque, rastreamento de produtos e gerenciamento de pedidos. SC4 é a gestão da SC aplicando as inovações da I4, sendo as principais inovações, as tecnologias CPS, IoT, *cloud computing* e *big data* (MOSTAFA, HAMDY E ALAWADY, 2019).



De acordo com Tripathi e Gupta (2020) e Ghadge *et al.* (2020), as principais características da cadeia de suprimentos inteligente são: interação entre máquinas, tomada de decisão em tempo real e sem interferência humana, autoaprendizado a partir da própria experiência, automatização de criação de pedidos de materiais, cadeia sustentável e melhoria contínua.

### **3.4 Agronegócio brasileiro**

Como já mencionado, Rocha e Couto (2002) avaliaram que o agronegócio brasileiro é competitivo e capaz de disputar mercados internacionais, sendo que o problema está do lado de fora da porteira. Este lado de fora, inclusive fora das fronteiras nacionais, a que se referem os autores, são os subsídios agrícolas e os protecionismos comerciais praticados principalmente pelos EUA (Estados Unidos da América) e pela União Europeia. Em síntese, os autores classificam os entraves ao agronegócio brasileiro em quatro categorias: políticas agrícolas internacionais, significando protecionismo e subsídios à atividade; exigências para comercialização, principalmente as barreiras não-tarifárias; conjuntura de preços, que estimula uma cultura em detrimento de outra; e a dependência de importações, notadamente a de trigo. Além disso, os autores concluíram que esses entraves são responsáveis pela restrição do potencial produtivo e competitivo do agronegócio brasileiro.

Nos últimos anos, poucos países tiveram um crescimento tão expressivo no comércio internacional do agronegócio quanto o Brasil. O volume exportado pelo setor do agronegócio brasileiro (medido pelo IVE-Agro/Cepea), apresentou crescimento de mais de 342% entre 2000 e 2021 e desempenho recorde em 2020 (CEPEA, 2021). No cenário brasileiro, o agronegócio é considerado um dos motores da economia nacional, representando importantes avanços quantitativos e qualitativos. Em 2020, o setor representou participação de 26,6% do Produto Interno Bruto (PIB) (CEPEA, 2021).

Esta representatividade do agronegócio brasileiro eleva a importância das cadeias de suprimentos serem cada vez mais eficientes, pois o impacto na economia e no meio ambiente é direto. Araújo (2010) comentou que a infraestrutura brasileira é precária e isso dificulta os produtores de insumos, por gerar um custo elevado, reduzindo a competitividade e a renda de todo agronegócio.

O agronegócio tem uma cadeia de suprimentos extensa, pois engloba o fornecimento de insumos para agricultura, a distribuição, a agricultura e as agroindústrias. Esta cadeia integra

milhares de atores e tornam a SC complexa. Qualquer adversidade em um agente, proporciona impacto no todo (NEVES, 2005).

A tecnologia aplicada no setor agrícola e na SC é relevante vem gradativamente crescendo e desenvolvendo soluções melhores de máquinas e equipamentos (CALLADO, 2009). De acordo com Batalha (2013), é importante para a logística do agronegócio o acesso à informação de forma rápida, confiável e compartilhada com as áreas da empresa, gerando sucesso na SC nos processos de demanda, nível de estoque de produção, custo e atendimento.

Nas cadeias agroindustriais, o processo de inovação é fortemente condicionado pelas etapas que compõem a produção na fase agrícola do produto, pela estrutura contratual que delas deriva, pelos fatores modulares que interligam essas etapas e pela interação entre inovação e ambiente. O agronegócio brasileiro, ao contrário de outros setores, é componente ativo de uma cadeia global de suprimentos. A esfera nacional conta com o desenvolvimento de tecnologias e de insumos oriundos do exterior. Eles são manipulados internamente para agregar valor aos produtos brasileiros mediante exploração das vantagens comparativas naturais do país, reexportando os excedentes posteriormente (BUAINAIN *et al.*, 2014).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

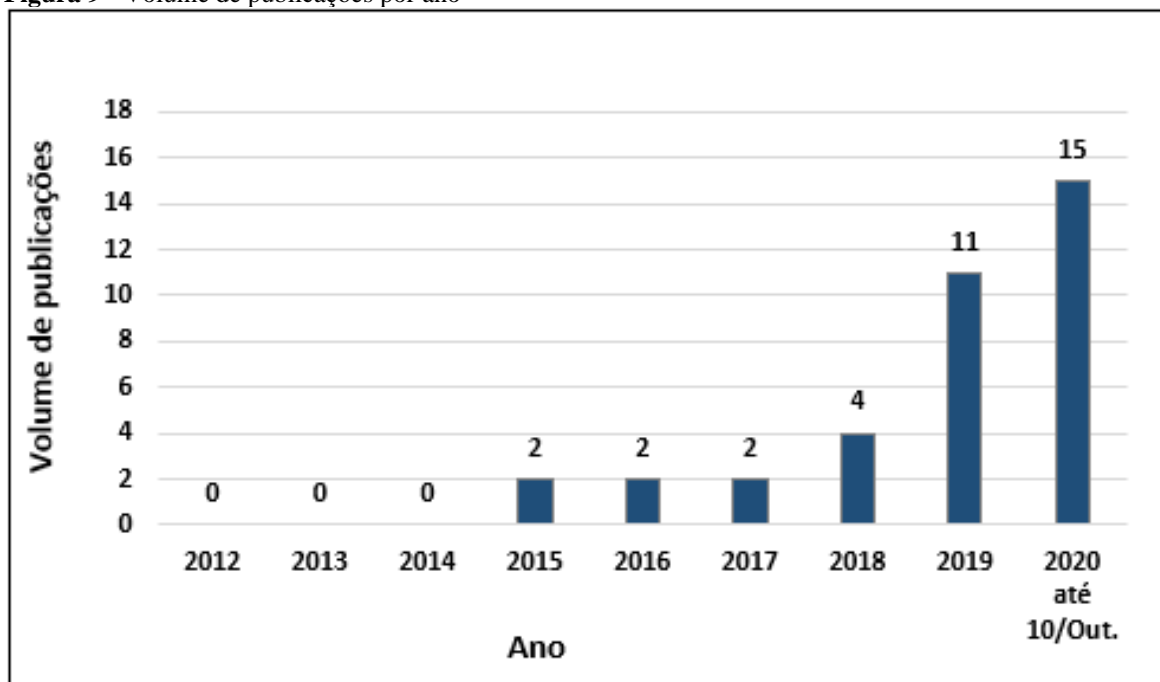
Este capítulo apresenta a análise e discussão dos resultados a partir da teoria levantada pela RSL, dos dados obtidos com o formulário (nota-se a versão completa no Apêndice A) e do uso do método FD para analisar as respostas dos especialistas. Os tópicos deste capítulo estão divididos de acordo com os objetivos específicos elencados no Capítulo 1 e no Quadro 1 desta dissertação.

### 4.1 Mapeamento da literatura acerca das tecnologias

A partir da RSL, cuja metodologia foi detalhada no Capítulo 2, foram selecionados 36 artigos que abordam a aplicação das tecnologias da I4 na SC4. A análise destes dados ocorreu por meio da bibliometria relativa às publicações, à estatística descritiva, à ARS e à nuvem de palavras. O Quadro 6 sumariza os artigos apresentando ano de publicação, os países dos autores e a quantidade de pesquisadores (entre parênteses).

A partir dos artigos selecionados é possível realizar análise bibliométrica e apresentar dados estatísticos referentes aos artigos. Serão sintetizados dados bibliométricos relativos às publicações por ano, por país, por tecnologia abordada nos artigos e por área da cadeia de suprimentos. Na Figura 9 é apresentado o volume de artigos publicados por ano.

**Figura 9** - Volume de publicações por ano



Fonte: elaborado pelo autor.

**Quadro 6** - Lista dos artigos selecionados (autores, ano publicação e países dos autores)

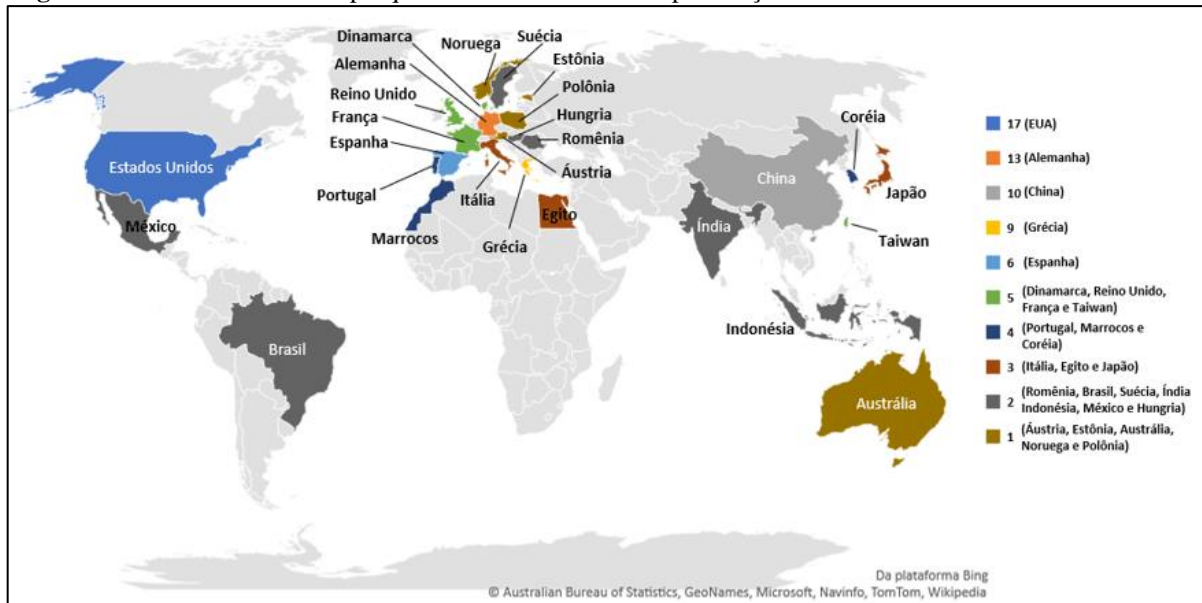
Nº	Autores	Ano	País dos autores e quantidade de pesquisadores
1	Esmaeliana <i>et al.</i>	2020	EUA (4)
2	Mastos <i>et al.</i>	2020	Grécia (9)
3	Müller, Veile e Voigt	2020	Áustria (1); Alemanha (2)
4	Xie <i>et al.</i>	2020	China (2); EUA (2)
5	Weking <i>et al.</i>	2020	Alemanha (3); Austrália (1)
6	Tamy <i>et al.</i>	2020	Marrocos (4)
7	Rodríguez <i>et al.</i>	2020	Espanha (3)
8	D'Souza, Costa e Pires	2020	Portugal (3)
9	Facchini <i>et al.</i>	2020	Itália (3); Polônia (1)
10	Sutawijaya e Nawangsari	2020	Indonésia (2)
11	Marmolejo-Saucedo e Hartmann	2020	México (2)
12	Talhi <i>et al.</i>	2020	França (4)
13	Hassan <i>et al.</i>	2020	China (4)
14	Tozanlı, Kongar e Gupta	2020	EUA (3)
15	Khan, Byun e Park	2020	Coréia (2)
16	Horváth e Szabó	2019	Hungria (2)
17	Oh	2019	Coréia (1)
18	Hoffmann <i>et al.</i>	2019	Alemanha (6)
19	Makris, Hansen e Khan	2019	Dinamarca (2); Noruega (1)
20	Chen	2019	Taiwan (1)
21	Frank, Dalenogare e Ayala	2019	Brasil (2); França (1)
22	Martín-Gómez, Aguayo-González e Luque	2019	Espanha (3)
23	Reis	2019	Portugal (1)
24	Manavalan e Jayakrishna	2019	Índia (2)
25	Mostafa, Hamdy e Alawady	2019	Egito (3)
26	Li <i>et al.</i>	2019	Taiwan (4)
27	Bär, Herbert-Hansen e Khalid	2018	Dinamarca (3)
28	Bienhaus e Haddud	2018	Reino Unido (2)
29	Cozmiuc e Petrisor	2018	Romênia (2)
30	Fawcett <i>et al.</i>	2018	EUA (4)
31	Shamim <i>et al.</i>	2017	Reino Unido (3); China (1)
32	Kim <i>et al.</i>	2017	EUA (4)
33	Li	2016	China (1)
34	Nishioka <i>et al.</i>	2016	Japão (3); Alemanha (2)
35	Pang <i>et al.</i>	2015	Suécia (2); China (2)
36	Prause	2015	Estônia (1)

Fonte: elaborado pelo autor.

Nota-se que o primeiro artigo, seguindo os critérios de busca e seleção das pesquisas, de acordo com Figura 9, foi em 2015. A ausência de publicações até 2014 pode ser explicada pelo tempo necessário para que acadêmicos e indústria compreendam e desenvolveram teorias e estudos relativos ao tema. Além disso, nos últimos anos a quantidade de artigos aumentou em

uma proporção maior. Entre 2015 e 2017 apenas 2 artigos foram publicados por ano, em 2018 foram 4 artigos, em 2019 foram 11 artigos e em 2020 até 10 de outubro foram 15 artigos. Desta maneira, comprova o que Chiarello *et al.* (2018) relatou a respeito da atualidade e da importância do tema. Outra forma de analisar os dados é indicada na Figura 10. Ela apresenta o volume de artigos por nacionalidade dos autores.

**Figura 10** - Nacionalidade dos pesquisadores envolvidos nas publicações selecionadas



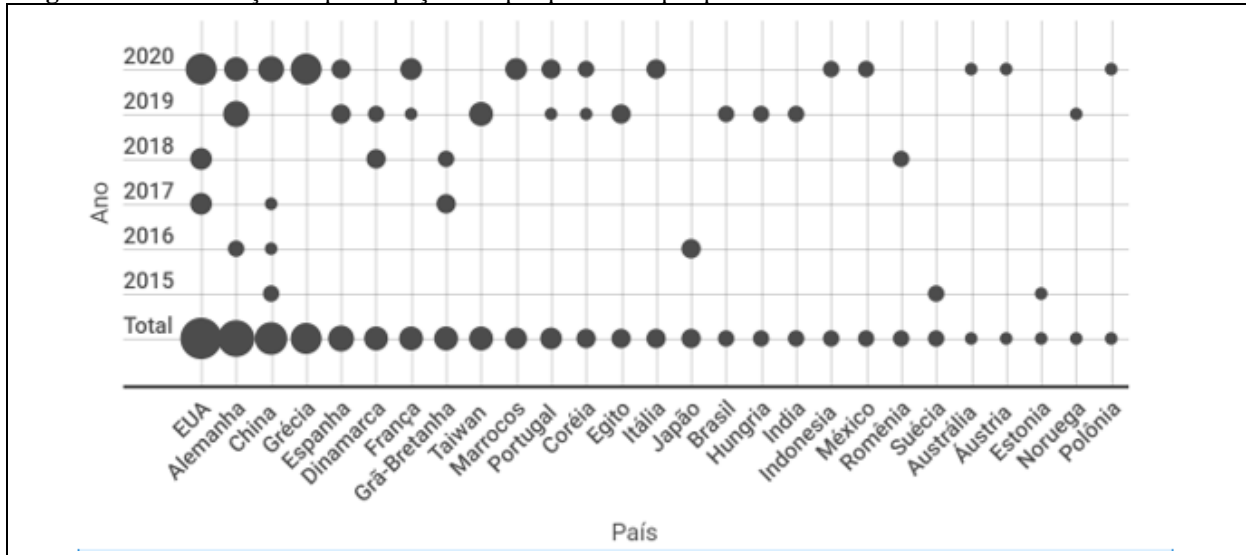
**Fonte:** elaborado pelo autor.

Nota-se que os países com maior representatividade em quantidade de pesquisadores, respectivamente, foram Estados Unidos (17 pesquisadores), Alemanha (13 pesquisadores) e China (10 pesquisadores). Na sequência vem Grécia (9 pesquisadores); Espanha (6 pesquisadores); Taiwan, Reino Unido, Dinamarca e França (5 pesquisadores); Portugal, Marrocos e Coreia (4 pesquisadores); Japão, Egito e Itália (3 pesquisadores); Índia, Indonésia, Suécia, México, Brasil, Romênia e Hungria (2 pesquisadores); Austrália, Noruega, Estônia, Polônia e Áustria (1 pesquisador). Quando se trata de SC4 os três principais países são: EUA, Alemanha e China, quando trata de SC4, porém há várias correntes científicas estudando o tema.

Ao analisar de modo temporal a distribuição da participação dos pesquisadores entre 2015 e 2020, pela Figura 11, nota-se que são poucos os países que mantêm uma constância em publicações durante os anos. Países como Estados Unidos, Alemanha e China são os países que mais tiveram constância de publicações e são os com maior participação de pesquisadores (quanto maior o círculo maior número de pesquisadores). Há países como Grécia, Taiwan,

Itália, Japão, Brasil e outros que efetuaram uma única publicação entre 2015 e 2020, podendo supor uma não continuidade dos estudos. Em contraponto, de 2019 em diante, diversos países apresentaram publicações sobre o tema, ampliando a gama de países e pesquisadores que atuam sobre o tema I4.

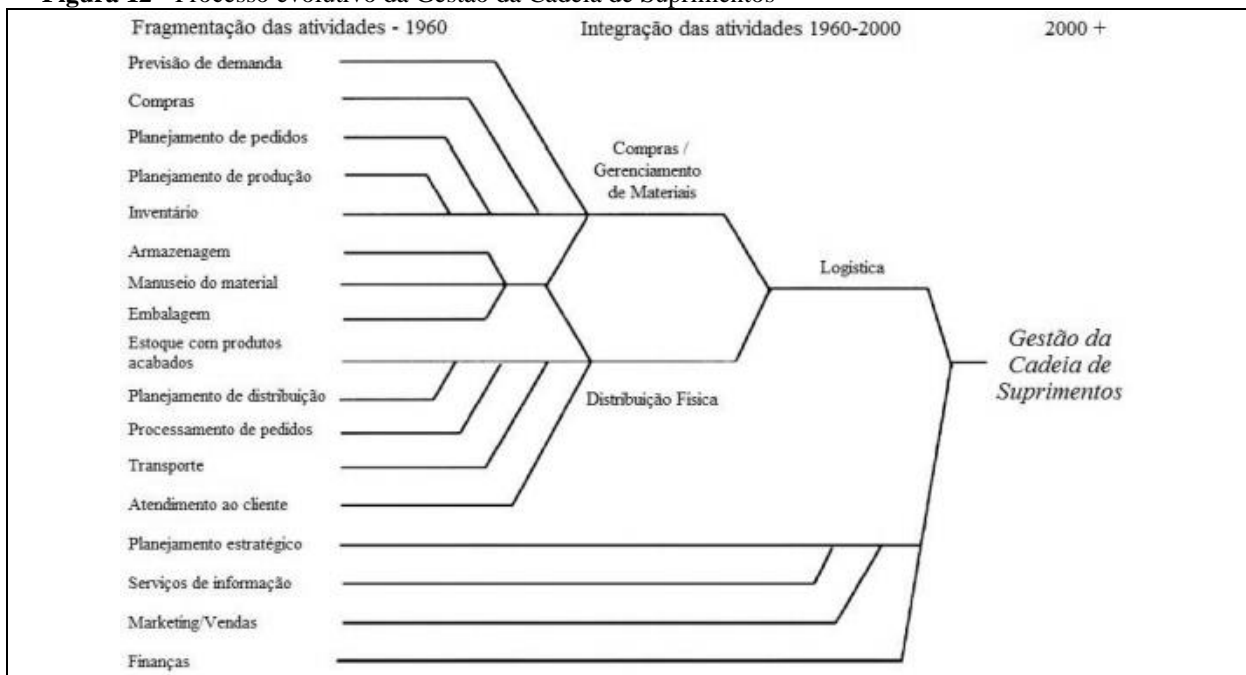
**Figura 11** - Distribuição da participação dos pesquisadores por país entre 2015 e 2020



Fonte: elaborado pelo autor.

Antes dos conceitos da Indústria 4.0, de acordo com Ballou (2007), houve uma evolução na gestão da cadeia de suprimentos, aumentando seu escopo de atuação, conforme Figura 12.

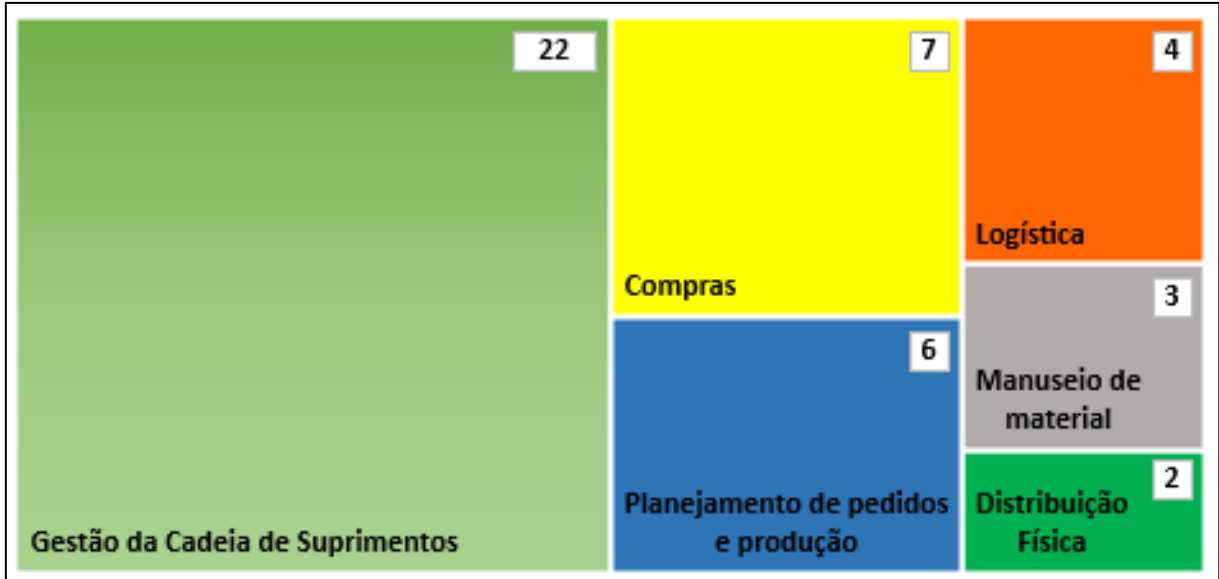
**Figura 12** - Processo evolutivo da Gestão da Cadeia de Suprimentos



Fonte: Ballou (2007).

Utilizando os mesmos termos referente às áreas da SC citadas por Ballou (2007), a Figura 13 apresenta a quantidade de artigos selecionados por área da SC.

**Figura 13** - Representatividade das publicações selecionadas por áreas da *supply chain*



**Fonte:** elaborado pelo autor.

Nota-se que metade dos artigos aborda a área de gestão da cadeia de suprimentos ou SCM (22 artigos), na sequência, a área de compras (7 artigos) e planejamento de pedidos e produção (6 artigos). Com menor representatividade a área de logística (4 artigos), a de manuseio de material (3 artigos) e a de distribuição física (2 artigos). Houve artigo que abordou mais de uma área.

As pesquisas têm característica de serem amplas, pois estudaram a SCM (22 artigos) de diversos segmentos da indústria. Outra abordagem é que 13 artigos tratam do fluxo de informação, sendo 7 na área de compras e 6 na área de planejamento de pedidos e produção, enquanto 9 artigos pesquisaram o fluxo do material envolvendo as áreas de logística, manuseio de material e distribuição física.

O Quadro 7 apresenta, entre os artigos selecionados, as tecnologias da SC4 pesquisadas. Nota-se que 10 artigos são sobre uma ou duas tecnologias da SC4 e representam 28% de todos os artigos; 16 artigos pesquisaram três ou quatro tecnologias da SC4 e representam 44% de todos os artigos e os artigos restantes (10) pesquisaram entre cinco e oito tecnologias da SC4 e representam 28% dos artigos.

**Quadro 7 - Tecnologias SC4 identificadas para os artigos selecionados**

Nº	Autores	Ano	Tecnologias da SC4															
			IoT	CPS	Big Data	Fábrica inteligente	Cloud computing	RFID	Machine learning	Manufatura Aditiva	Digital twin	IA	AGV	Blockchain	RA	Robô/automação		
1	Esmaeiliana <i>et al.</i>	2020	X												X	X		
2	Mastos <i>et al.</i>	2020	X															
3	Müller, Veile e Voigt	2020	X	X														
4	Xie <i>et al.</i>	2020				X												
5	Weking <i>et al.</i>	2020	X	X		X												
6	Tamy <i>et al.</i>	2020		X						X								
7	Rodríguez <i>et al.</i>	2020				X			X		X	X						
8	D'Souza, Costa e Pires	2020				X							X					X
9	Facchini <i>et al.</i>	2020		X	X		X	X	X									
10	Sutawijaya e Nawangsari	2020	X		X	X			X			X						X
11	Marmolejo-Saucedo e Hartmann	2020			X		X					X						
12	Talhi <i>et al.</i>	2020	X	X	X		X			X	X		X			X		X
13	Hassan <i>et al.</i>	2020	X			X									X			
14	Tozanlı, Kongar e Gupta	2020	X				X				X				X			
15	Khan, Byun e Park	2020	X					X	X						X			
16	Horváth e Szabó	2019			X	X											X	
17	Oh	2019	X	X	X			X				X						
18	Hoffmann <i>et al.</i>	2019		X					X								X	
19	Makris, Hansen e Khan	2019			X		X			X								
20	Chen	2019	X	X														
21	Frank, Dalenogare e Ayala	2019	X		X	X	X											
22	Martín-Gómez, Aguayo-González e Luque	2019	X	X														
23	Reis	2019	X		X			X										
24	Manavalan e Jayakrishna	2019	X	X	X		X			X			X					
25	Mostafa, Hamdy e Alawady	2019	X	X	X		X	X										
26	Li <i>et al.</i>	2019							X									
27	Bär, Herbert-Hansen e Khalid	2018	X	X		X		X				X					X	
28	Bienhaus e Haddud	2018	X		X			X				X						
29	Cozmiuc e Petrisor	2018	X	X	X		X			X	X							
30	Fawcett <i>et al.</i>	2018	X		X					X		X	X	X	X	X	X	X
31	Shamim <i>et al.</i>	2017		X														
32	Kim <i>et al.</i>	2017								X								
33	Li	2016	X	X	X	X			X		X							X
34	Nishioka <i>et al.</i>	2016	X	X		X												
35	Pang <i>et al.</i>	2015	X				X	X										
36	Prause	2015		X						X								
Total			23	17	15	11	10	9	7	7	6	6	5	5	5	5	4	

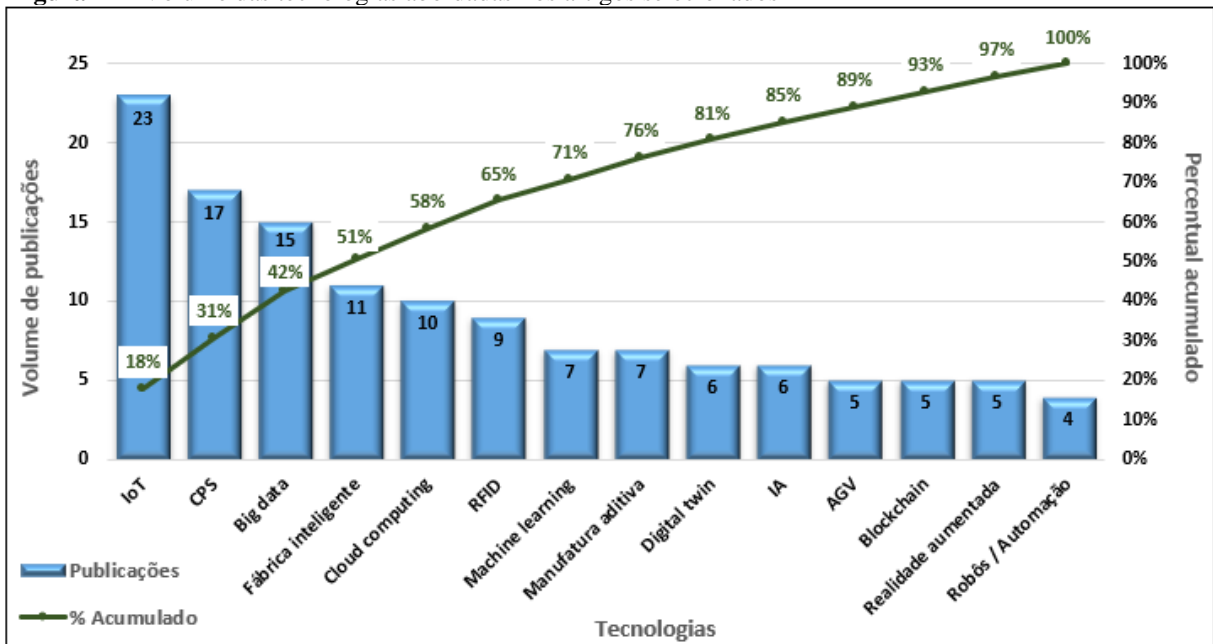
Fonte: elaborado pelo autor.



Baseado nos dados do Quadro 7 é apresentado o volume das tecnologias abordadas nos artigos, ordenado pela referência na Figura 14. A tecnologia IoT é debatida em 23 dos 36 artigos selecionados. CPS aparece em 17 artigos e ocupa o segundo lugar. Na sequência, aparece *big data* (15 artigos), fábrica inteligente (11 artigos), *cloud computing* (10 artigos), RFID (9 artigos), *machine learning* e MA (7 artigos cada um), *digital twin* e IA (6 artigos cada um), AGV, *blockchain* e RA (5 artigos cada um) e robôs/automação (4 artigos cada um).

É possível notar que as primeiras 4 tecnologias, IoT, CPS, *big data* e fábrica inteligente, representam 51% das tecnologias pesquisadas, conforme a linha de porcentagem acumulada de cada tecnologia. IoT e CPS são as tecnologias mais pesquisadas e representam 31%. As 4 tecnologias menos pesquisadas são AGV, *blockchain*, RA e robôs/automação e representam apenas 11% das tecnologias abordadas.

**Figura 14** - Volume das tecnologias abordadas nos artigos selecionados

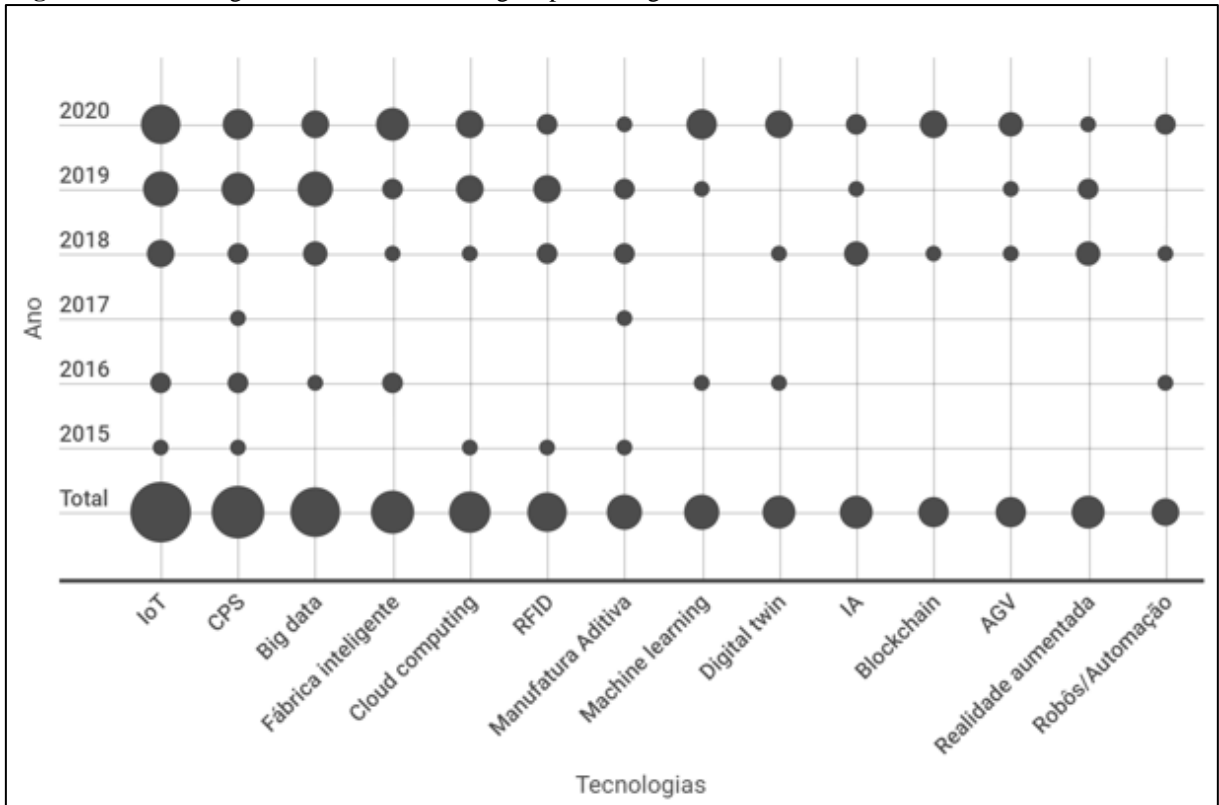


Fonte: elaborado pelo autor.

Esta análise é complementada pela Figura 15, que detalha frequência de discussão pelas publicações das tecnologias ao longo do período em estudo. Nota-se que tecnologias como IoT, CPS, *big data*, fábrica inteligente, *cloud computing*, RFID e MA são abordadas no contexto da SC4 desde os primeiros anos. Já partir de 2018 observa-se uma constância maior em quase todas as tecnologias junto às publicações inerentes à temática SC4, indicando que este conjunto de tecnologias tem sido mais pesquisado e difundido, evidenciando a importância e o interesse em entender o impacto na cadeia de suprimentos.

Embora tecnologias como IoT, CPS, *big data*, fábrica inteligente destaquem-se quando se analisa o total de frequência, observa-se que a partir do 2018 ocorre um equilíbrio entre as frequências destas tecnologias, indicando uma tendência de equilíbrio sobre a importância delas para SC e devem ser consideradas como as tecnologias que compõem a SC4.

**Figura 15** - Tecnologias da SC4 e sua abordagem pelos artigos selecionados entre 2015 a 2020



**Fonte:** elaborado pelo autor.

Com relação ao método da nuvem de palavras, Kuo *et al.* (2007) concluíram que é uma boa técnica de visualização para comunicar uma "visão geral" do conteúdo do texto. Trata-se de um mecanismo que agrupa palavras e revela uma organização gráfica delas em função da sua frequência de uso a partir de um texto ou conjunto de palavras. O objetivo é, de forma rápida, identificar as palavras-chave.

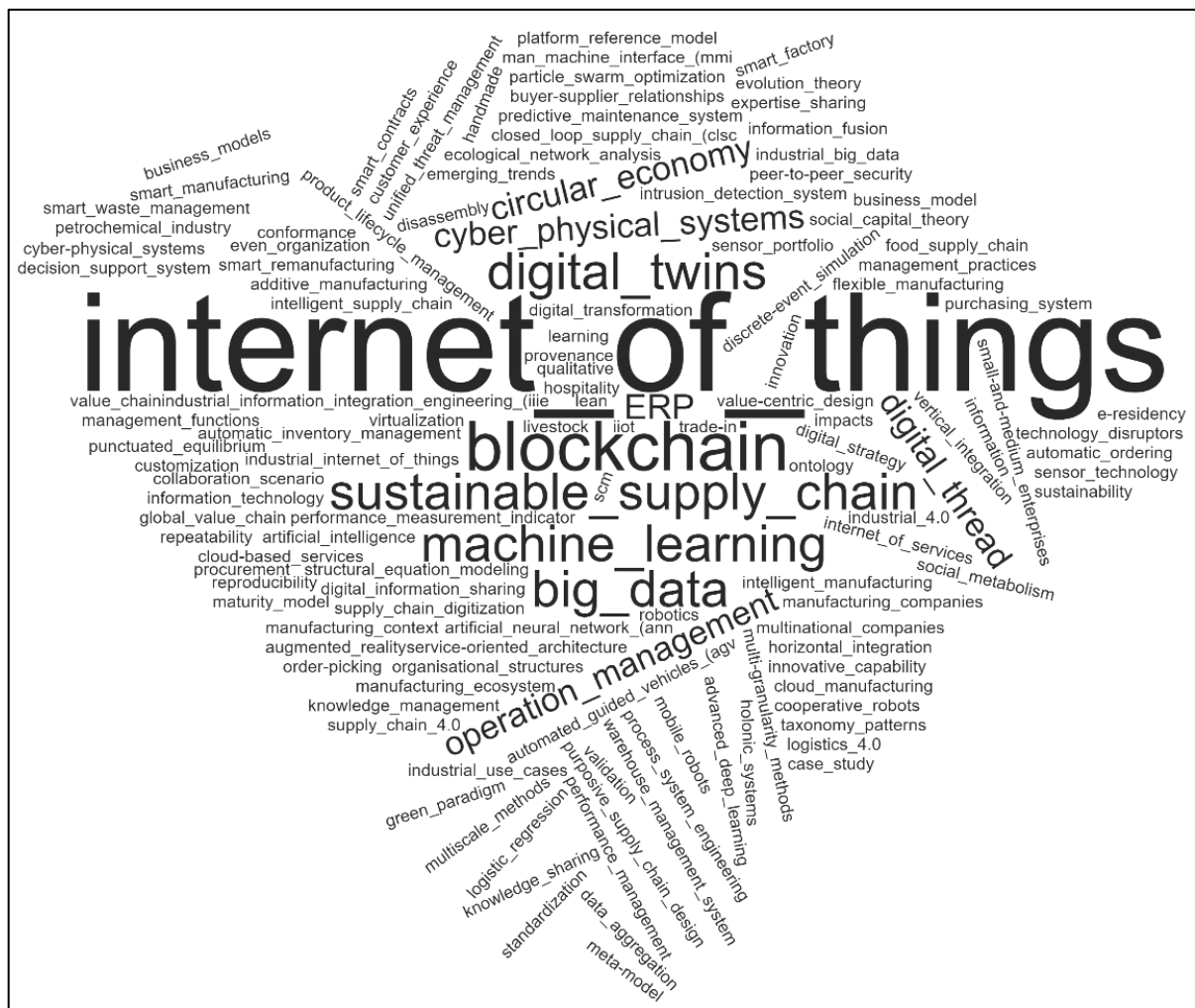
O tamanho da fonte, a cor e os vocábulos no centro da imagem representam quais termos mais apareceram no conjunto de palavras ou no texto selecionado para gerar a nuvem. Ela contribui com o início de uma análise para posterior direcionamento de qual termo priorizar e aprofundar no estudo (VIEGAS e WATTENBERG, 2007; BURCH, 2013).

A nuvem de palavras foi criada utilizando as palavras-chave dos artigos selecionados (ver Figura 16). Foram excluídos os termos "industry 4.0" e "supply chain" empregados como *strings* para a busca e seleção dos artigos, pois, por associação natural, seriam os termos com

principal frequência. Desta forma, a nuvem de palavras foi construída a partir de 138 termos, citados 196 vezes pelos autores.

A pluralidade de termos empregados pelos autores demonstra a diversidade de estudos dentro da temática SC4 e corrobora com Lee *et al.* (2015), Babiceanu e Seker (2016) e Dalenogare *et al.* (2018) sobre a relevância do tópico na academia. Evidencia-se também os estudos focam, de modo teórico e/ou prático, as tecnologias da SC4: IoT, *blockchain*, *big data*, *machine learning*, *digital twins*, e CPS, associando o emprego em teoria da SC.

**Figura 16** - Nuvem de palavras utilizando as palavras-chaves dos artigos selecionados



**Fonte:** elaborado pelo autor, utilizando a ferramenta Word.

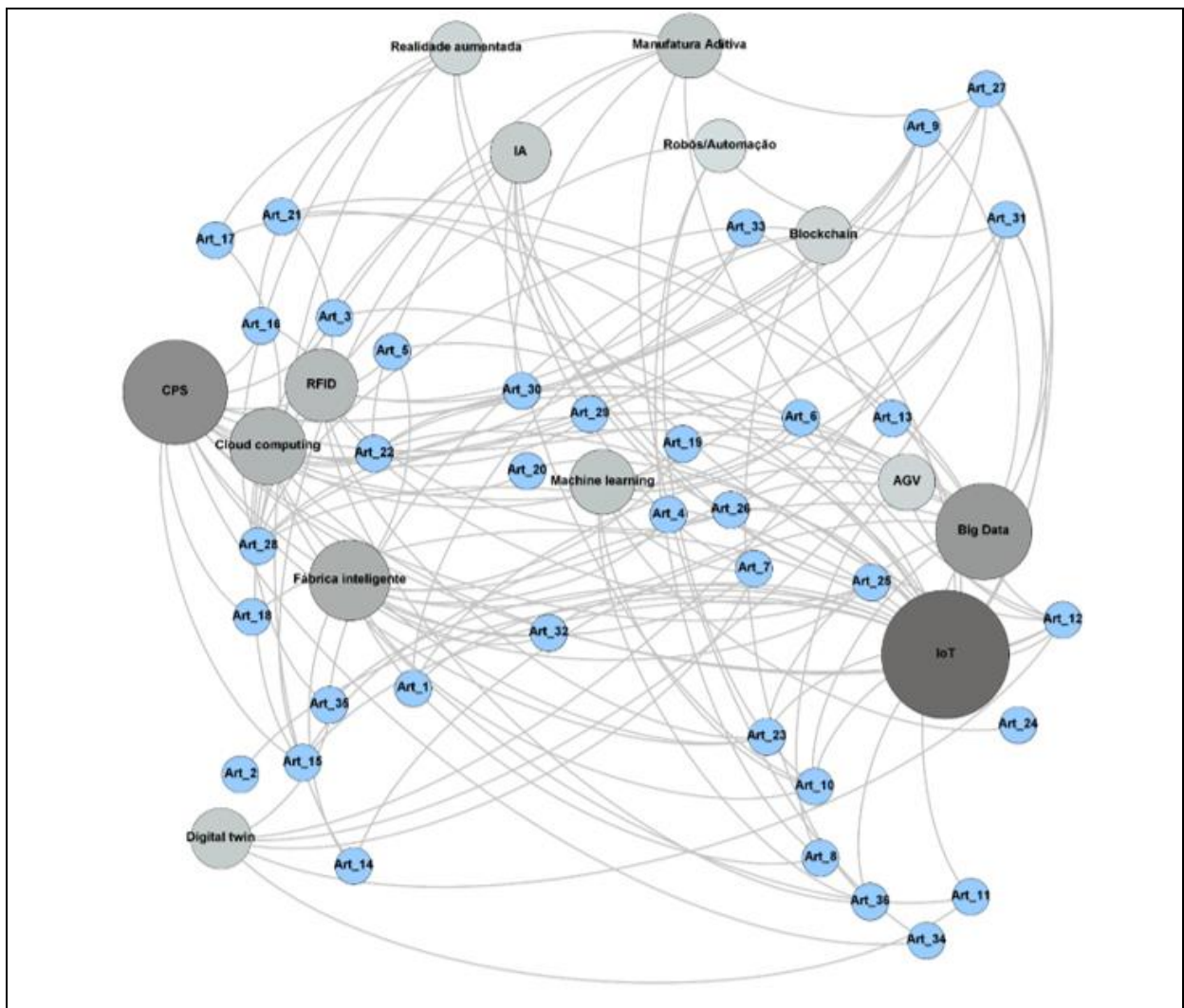
Nota-se que as palavras-chave de maior frequência são: “internet of things”, “big data”, “machine learning”, “blockchain”, “cyber physical systems”, “digital twin”, “sustainable”, “circular economy” e “supply chain”. Em relação às palavras que citam as tecnologias, estão em consonância com as tecnologias mais pesquisadas, conforme Figura 14. Além disso, muitos

artigos vinculam a sustentabilidade ambiental à SC, fazendo sentido aparecerem como frequentes nas palavras-chave.

O gráfico da Figura 17 apresenta a relação entre artigo e tecnologia com baseado nas conexões a partir das linhas que as unem. Nota-se que a tecnologia IOT tem maior frequência nas pesquisas científicas porque é representada por um círculo maior e em cor mais escura. Depois, em menor volume de artigos, aparecem as tecnologias *big data*, CPS, *cloud computing* e fábrica inteligente.

Há artigos que discutem um número reduzido de tecnologias. Por exemplo, os artigos 4 e o 26, que abordam apenas uma tecnologia. A partir da informação descrita no Quadro 7 e representada pela rede da Figura 17 não é possível afirmar o quanto cada artigo aprofunda os conceitos. Os artigos 21 e 25 abordam várias tecnologias e não é possível saber se os conceitos foram abordados de forma profunda ou superficial.

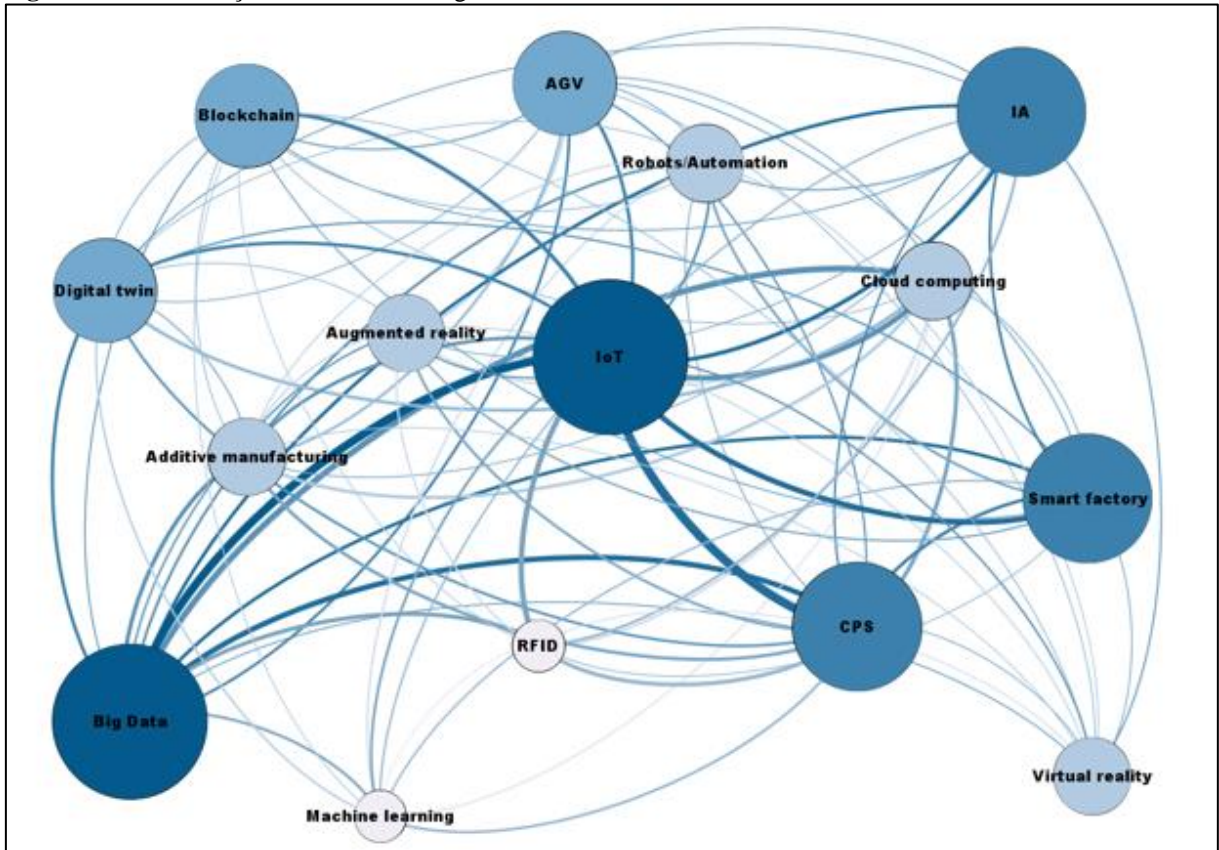
**Figura 17** - Análise de redes sociais referentes os artigos e as tecnologias estudadas



**Fonte:** elaborado pelo autor, utilizando a ferramenta Gephi.

Outra forma de analisar a ARS baseado nos artigos do Quadro 7, é observando a interação entre as próprias tecnologias. As linhas mais grossas representam maior interação entre as tecnologias nos artigos analisados. Na Figura 18 nota-se que a tecnologia IoT tem forte relação com artigos que discutem as tecnologias *big data*, CPS e *smart factory*. Já a tecnologia CPS tem forte interação com artigos que abordam sobre *big data*.

**Figura 18** - As interações entre as tecnologias



**Fonte:** elaborado pelo autor, utilizando a ferramenta Gephi.

#### 4.1.1 Considerações sobre o mapeamento da literatura das tecnologias da SC4

O objetivo desta seção foi o de mapear o estado da arte acerca das tecnologias da I4 aplicadas à SC. O mapeamento foi desenvolvido a partir de uma RSL que, de acordo com Levy e Ellis (2006), é um método importante pesquisas que precisam lidar com volume elevado de dados para estabelecer o estado da arte sobre um tema específico, além de demonstrar confiabilidade nos resultados levantados por seguir um método sistemático.

Os resultados obtidos evidenciaram que as tecnologias IoT junto com CPS e *big data*, são as mais abordadas nos trabalhos científicos. Depois vem fábrica inteligente e *cloud*

*computing*. Essas cinco tecnologias aparecem em 58% dos artigos selecionados. Além destas, outras tecnologias, menos representativas, também são abordadas, como: RFID, *machine e/ou deep learning*, MA, *digital twin*, IA, AGV, *blockchain*, robôs, sensores, integração e/ou plataforma, RA, realidade virtual, conectividade e rastreabilidade, contratos ou produtos inteligentes.

Nos trabalhos selecionados na RSL, metade dos artigos aborda a área de gestão da cadeia de suprimentos; logo na sequência, aparecem as áreas de Compras, Planejamento de pedidos e produção, e com menor representatividade, as áreas de Logística, Manuseio de material e Distribuição Física.

A nacionalidade das instituições mais representativas foram Estados Unidos, Alemanha e China, com um volume de 35% dos artigos. Grécia apresentou destaque e o Brasil apareceu na lista com menos representatividade.

Sobre a evolução dos estudos no decorrer dos anos, a quantidade de publicações com o tema do trabalho está aumentando exponencialmente. O volume de artigos do ano de 2019, foi maior que a soma dos artigos dos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2020.

Desta forma, entende-se que o objetivo proposto dessa seção foi alcançado. A seguir são apresentadas as contribuições e as limitações da pesquisa, bem como propostas de estudos futuros.

O trabalho apresenta cinco contribuições para a área acadêmica. A primeira é por utilizar o método de pesquisa de RSL. Ajuda pesquisadores interessados nesta metodologia e apresenta e aplica o modelo de Levy e Ellis (2006). A segunda contribuição é por construir o Estado da Arte sobre o tema pesquisado e poder reduzir o gap identificado na literatura. A terceira contribuição é por apresentar uma forma de abordar problemas interdisciplinares. No caso, o trabalho aborda um problema que necessita de diferentes áreas do conhecimento. A quarta contribuição deve-se ao fato da pesquisa abranger uma visão internacional, selecionando trabalhos de mais de 20 países de instituições sediadas nos continentes americano, europeu, asiático e africano. O corte temporal limitou a pesquisa aos últimos 10 anos, entre 2012 e 2020.

O trabalho contribui com as indústrias e o agronegócio por apresentar as tecnologias disponíveis e seus benefícios. Com as inovações proporcionadas pela adoção destas tecnologias espera-se: redução de desperdícios, maior lucratividade e agilidade no atendimento, elevação da produtividade e da qualidade dos produtos, entre outros.

Sobre as limitações do trabalho são destacados dois aspectos: o método de RSL restringe as buscas de duas formas, nas escolhas das fontes de dados e na seleção dos termos da busca, a *string*. A quantidade de artigos listados antes da seleção é limitada sob estes dois

parâmetros. O segundo aspecto que o autor julga ser uma forma de limitação é a subjetividade embutida no processo de seleção dos artigos, ou seja, fica a critério do pesquisador selecionar ou não determinado artigo para compor a base de referência para a determinação do estado da arte, construção do referencial teórico, a análise bibliométrica, análise de dados e resultados e elaboração das conclusões do trabalho.

Em relação aos estudos futuros, são indicados cinco possibilidades: primeira, levantar o fator de impacto dos trabalhos selecionados para ter noção e tentar medir a relevância da base dos artigos selecionados; segunda, elaborar categorias dos trabalhos selecionados, ou seja, criar uma lógica para agrupá-los em categorias que permita formar melhor juízo sobre as contribuições deles para cada categoria; terceira, validar a categorização e os qualificadores com especialistas; quarta, aplicar métodos estatísticos (*Fuzzy Delphi*) para validar a percepção dos especialistas quanto ao impacto das aplicações e benefícios das tecnologias da SC4; quinta, buscar mensurar e associar as tecnologias mapeadas com o grau de maturidade de processos fabris ligados ao agronegócio brasileiro.

#### **4.2 Categorização dos qualificadores das tecnologias**

Após realizar o mapeamento da literatura foi feita a leitura completa dos artigos para identificar as aplicações e benefícios de cada tecnologia da I4. Em seguida, foram consolidados os dados obtidos para tornar possível a geração dos qualificadores para avaliar o benefício de cada tecnologia. Complementarmente, ocorreu a inserção de qualificadores tendo como base a experiência do profissional do pesquisador, que atua na área de SC. Os qualificadores foram validados preliminarmente pelo comitê de orientação da pesquisa.

Entre o Quadro 8 e o Quadro 20 são apresentados os qualificadores das aplicações e benefícios para cada tecnologia. Os qualificadores baseados na revisão da literatura apresentam as referências (artigos de onde foram extraídos), enquanto os elaborados a partir da experiência profissional do pesquisador apresentam o símbolo “P”.

Para a tecnologia IoT, foram identificados 8 qualificadores de aplicação e 13 qualificadores de benefícios, conforme nota-se no Quadro 8.

**Quadro 8** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia IoT

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital relativo ao processo operacional e de máquinas (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; LI, 2016);</li> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital entre objetos físicos/sensores, sistema e pessoas (WEKING <i>et al.</i>, 2020; HASSAN <i>et al.</i>, 2020; OH, 2019);</li> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital entre minha empresa e fornecedores (MASTOS <i>et al.</i>, 2020; MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital entre minha empresa e parceiros (MASTOS <i>et al.</i>, 2020; MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital entre minha empresa e clientes (MASTOS <i>et al.</i>, 2020; MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital relativo aos processos de estoque ou armazenagem (OH, 2019; BÄR, HERBERT-HANSEN e KHALID, 2018);</li> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital relativo aos processos de movimentação de materiais e abastecimento (OH, 2019; BÄR, HERBERT-HANSEN e KHALID, 2018);</li> <li>- Enviar, coletar e compartilhar dados de forma digital relativo aos processos de planejamento de materiais e pedidos de materiais (OH, 2019; BÄR, HERBERT-HANSEN e KHALID, 2018).</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorar em tempo real os dados relativos a linha de produção ou das máquinas (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; LI, 2016);</li> <li>- Otimizar o uso dos recursos (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; LI, 2016);</li> <li>- Reduzir custo dos processos (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; LI, 2016);</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorar em tempo real os dados relativos planejamento de materiais e níveis de estoque (MASTOS <i>et al.</i>, 2020, MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Monitorar em tempo real os dados relativos a entregas e rota de transporte (MASTOS <i>et al.</i>, 2020; MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Monitorar em tempo real os dados relativos a planejamento da previsão da demanda <sup>P</sup>;</li> <li>- Integrar empresa e fornecedores (KHAN, BYUN e PARK, 2020; NISHIOKA <i>et al.</i>, 2016);</li> <li>- Integrar empresa e parceiros (KHAN, BYUN e PARK, 2020; NISHIOKA <i>et al.</i>, 2016);</li> <li>- Integrar empresa e clientes (KHAN, BYUN e PARK, 2020; NISHIOKA <i>et al.</i>, 2016);</li> <li>- Rastrear e localizar veículos (MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Rastrear dados ou produtos ao longo da cadeia de suprimentos (MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019; BÄR, HERBERT-HANSEN e KHALID, 2018);</li> <li>- Corrigir problemas remotamente (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; LI, 2016);</li> <li>- Permitir que as “coisas” se comuniquem, controlem, tomem decisões e realizem ações de forma independente e autônoma com base nas informações, tudo em tempo real (WEKING <i>et al.</i>, 2020).</li> </ul>
--	---

**Fonte:** elaborado pelo autor.

Para a tecnologia CPS, foram identificados 3 qualificadores de aplicação e 8 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 9.

**Quadro 9** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia CPS

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir e implementar sistemas computacionais – <i>hardware</i> (MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; WEKING <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Conectar sensores e dispositivos (LI, 2016; NISHIOKA <i>et al.</i>, 2016);</li> <li>- Implementar plataforma para possibilitar troca de dados (SHAMIM <i>et al.</i>, 2017).</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitorar processos relativos a produção (LI, 2016);</li> <li>- Monitorar processos relativos a suprimentos (BÄR, HERBERT-HANSEN e KHALID, 2018; OH, 2019; CHEN, 2019; COZMIUC e PETRISOR, 2018; MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Realizar serviços de suporte – treinamento de pessoas ou assistência técnica (SHAMIM <i>et al.</i>, 2017);</li> <li>- Proporcionar o compartilhamento de dados e informações em tempo real/digital (NISHIOKA <i>et al.</i>, 2016; COZMIUC E PETRISOR, 2018);</li> <li>- Proporcionar a conexão entre pessoas (SHAMIM <i>et al.</i>, 2017);</li> <li>- Proporcionar a interação entre empresas, para troca de dados (SHAMIM <i>et al.</i>, 2017);</li> <li>- Proporcionar a simulação do ambiente real (HOFFMANN <i>et al.</i>, 2019);</li> <li>- Proporcionar segurança do sistema/rede de dados (TAMY <i>et al.</i>, 2020; TALHI <i>et al.</i>, 2020).</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pelo autor.

Para a tecnologia *big data*, foram identificados 11 qualificadores de aplicação e 6 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 10.

**Quadro 10** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia *big data*

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos a minha empresa (FRANK, DALENOGARE e AYALA, 2019; REIS, 2019);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos a minha empresa e as Transportadoras (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos a minha empresa e os Fornecedores (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos a minha empresa e os Clientes (MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; TALHI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos a minha empresa, fornecedores e clientes (MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; TALHI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos aos processos industriais (HORVÁTH e SZABÓ, 2019; LI, 2016);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos ao armazém/estoque e fornecedores (MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos ao armazém, movimentações de materiais e estoque (MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Coletar, processar e analisar dados relativos aos processos de recebimento ou carregamento ou distribuição de materiais<sup>P</sup>;</li> <li>- Coletar, processar e analisar os dados ao longo da cadeia de suprimentos – desde empresa, fornecedor, transportadora, revendas e clientes (MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019);</li> <li>- Rastrear o comportamento de clientes (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018).</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidade de informação (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Comunicação em tempo real (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Atualizar rapidamente as alterações de pedido (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Apoio a tomada de decisão (OH, 2019);</li> <li>- Processar e analisar dados mais rápido (OH, 2019);</li> <li>- Monitorar dados, informações e indicadores (MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019).</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor.

Para a tecnologia *cloud computing*, foram identificados 7 qualificadores de aplicação e 7 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 11.

**Quadro 11** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia *cloud computing*

<p><b>Aplicação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Armazenar dados relativos aos processos de transporte e atendimento (MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019; MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Armazenar dados relativos aos processos de estoque e logística interna na empresa (TOZANLI, KONGAR e GUPTA, 2020);</li> <li>- Armazenar dados relativos aos preços ideais de aquisição de produtos (TOZANLI, KONGAR e GUPTA, 2020);</li> <li>- Armazenar dados relativos aos processos da cadeia de suprimentos (MAKRIS, HANSEN e KHAN, 2019);</li> <li>- Armazenar dados relativos ao processo de previsão da demanda (MAKRIS, HANSEN e KHAN, 2019);</li> <li>- Armazenar dados relativos ao processo de transporte e entrega de materiais (MAKRIS, HANSEN e KHAN, 2019);</li> <li>- Armazenar dados em um provedor de servidor de internet (FRANK, DALENOGARE e AYALA, 2019).</li> </ul>
<p><b>Benefício</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acessar em tempo real os dados de transporte e entrega de cargas aos clientes (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020; MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019);</li> <li>- Acessar em tempo real os dados de rastreamento de cargas (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020; MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019);</li> <li>- Acessar em tempo real os dados de pedidos de compras de itens comprados (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020; MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020);</li> <li>- Proporciona analisar o desempenho de processos de suprimentos (PANG <i>et al.</i>, 2015);</li> <li>- Conectar diferentes atores da cadeia de suprimentos e compartilhar informações (TALHI <i>et al.</i>, 2020; FRANK, DALENOGARE e AYALA, 2019);</li> <li>- Acessar e recuperar dados por meio de acesso remoto (FRANK, DALENOGARE e AYALA, 2019);</li> <li>- Dispensar o uso de dispositivos para armazenar dados <sup>P</sup>.</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia RFID, foram identificados 4 qualificadores de aplicação e 9 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 12.

**Quadro 12** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia RFID

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de sensores em máquinas (HOFFMANN <i>et al.</i>, 2019);</li> <li>- Uso de sensores em processos fabris (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020; REIS, 2019; OH, 2019; MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Uso de sensores em processos de entrega de produtos/cargas junto a Transportadora (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Uso de sensores em processos de armazenagem e movimentação de materiais (OH, 2019).</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rastrear e monitorar online dados relativos a entrega de produtos e cargas (FACCHINI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Rastrear e monitorar online dados relativos a movimentação de materiais e proporcionar segurança (OH, 2019);</li> <li>- Coletar dados e gerenciar parâmetros relativos a máquinas (Hoffmann <i>et al.</i>, 2019);</li> <li>- Rastrear e monitorar online dados relativos a níveis de estoque e movimentação de materiais de forma rápida e com acuracidade (BIENHAUS e HADDUD, 2018; PANG <i>et al.</i>, 2015);</li> <li>- Rastrear e monitorar online dados relativos a embalagens (BÄR, HERBERT-HANSEN e KHALID, 2018);</li> <li>- Reduzir custo logístico (MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Reduzir custo de mão de obra (MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019);</li> <li>- Velocidade de troca de dados e tomada de decisão (OH, 2019; BIENHAUS e HADDUD, 2018);</li> <li>- Melhorar a segurança dos dados (OH, 2019; PANG <i>et al.</i>, 2015).</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia *machine learning*, foi identificado 1 qualificador de aplicação e 4 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 13.

**Quadro 13** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia *machine learning*

<b>Aplicação</b>	- Algoritmo utilizado em sistemas (TAMY <i>et al.</i> , 2020; RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 2020; FACCHINI <i>et al.</i> , 2020).
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segurança, detectar intrusão/ataques ou anomalias na rede (TAMY <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Compreender, entender e aprender o comportamento dos dados na área de suprimentos, podendo auxiliar na tomada de decisões (RODRÍGUEZ <i>et al.</i>, 2020; LI, 2016);</li> <li>- Obter previsões e tendências de demandas (KHAN, BYUN e PARK, 2020; LI, 2016);</li> <li>- Melhorar performance nas operações ou reduzir o tempo de inatividade não planejado de máquina ou aumentar a produtividade ou reduzir os custos de manutenção (LI <i>et al.</i>, 2019).</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia MA, foram identificados 2 qualificadores de aplicação e 5 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 14.

**Quadro 14** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia manufatura aditiva

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produzir componentes ou peças individuais (MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; KIM <i>et al.</i>, 2017);</li> <li>- Prototipar ou desenvolver novos produtos (TALHI <i>et al.</i>, 2020; MAKRIS, HANSEN e KHAN, 2019).</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzir estoque (TALHI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Aumentar nível de customização (TALHI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Agilizar no atendimento de pós-venda (MAKRIS, HANSEN e KHAN (2019; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Reduzir o custo de desenvolvimento de um produto ou realizar teste de protótipos (TALHI <i>et al.</i>, 2020; MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Reduzir custo com frete/logística ou índices de poluentes (MAKRIS, HANSEN e KHAN, 2019; KIM <i>et al.</i>, 2017; PRAUSE, 2015).</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia *digital twin*, foram identificados 8 qualificadores de aplicação e 6 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 15.

**Quadro 15** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia *digital twin*

<p><b>Aplicação</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Replicar o ambiente real de forma digital (RODRÍGUEZ <i>et al.</i>, 2020; MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020);</li> <li>- Replicar o ambiente real relativo ao processo operacional de forma digital (TOZANLI, KONGAR e GUPTA, 2020);</li> <li>- Replicar o ambiente real relativo ao processo de armazenagem de forma digital<sup>P</sup>;</li> <li>- Replicar o ambiente real relativo ao processo de movimentação de materiais da empresa de forma digital<sup>P</sup>;</li> <li>- Replicar o ambiente real relativo ao processo de carregamento de materiais de forma digital<sup>P</sup>;</li> <li>- Replicar o ambiente real relativo ao processo logístico (<i>inbound</i> ou <i>outbound</i>) de forma digital<sup>P</sup>;</li> <li>- Replicar o ambiente real relativo ao processo de planejamento da demanda de produtos de forma digital<sup>P</sup>;</li> <li>- Replicar o ambiente real relativo ao processo de aquisição de materiais ou de negociação de forma digital<sup>P</sup>.</li> </ul>
<p><b>Benefício</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simular e analisar dados de desempenho dos processos (RODRÍGUEZ <i>et al.</i>, 2020; MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; TOZANLI, KONGAR e GUPTA, 2020);</li> <li>- Antecipar possíveis correções e atuar proativamente nos processos de produção (LI, 2016);</li> <li>- Antecipar possíveis correções e atuar proativamente nos processos de planejamento de materiais ou níveis de estoque<sup>P</sup>;</li> <li>- Antecipar possíveis correções e atuar proativamente nos processos de movimentação de materiais na empresa – abastecimento ou armazenagem ou recebimento<sup>P</sup>;</li> <li>- Antecipar possíveis correções e atuar proativamente nos processos de entrega de produtos<sup>P</sup>;</li> <li>- Antecipar possíveis correções e atuar proativamente nos processos de atendimento de produtos<sup>P</sup>.</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia IA, foram identificados 7 qualificadores de aplicação e 6 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 16.

**Quadro 16** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia IA

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar interface entre usuário e informação (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Realizar a interface na área fabril (FAWCETTA <i>et al.</i> (2018));</li> <li>- Realizar a interface na cadeia de suprimentos (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Realizar a interface entre a minha empresa e fornecedores (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Realizar a interface entre a minha empresa e Transportadoras (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020);</li> <li>- Realizar a interface entre a minha empresa e agentes de carga nos processos de importação ou exportação <sup>P</sup>;</li> <li>- Realizar a interface entre cliente e sistema de tecnologia no atendimento de pós-venda <sup>P</sup>.</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatizar atendimento (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Automatizar a tomada decisões (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Entender o comportamento do usuário (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Melhorar a gestão relativo ao processo de produção de materiais (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; RODRÍGUEZ <i>et al.</i>, 2020; OH, 2019; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Melhorar a gestão relativo ao processo de estoque ou armazenagem ou movimentação (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; RODRÍGUEZ <i>et al.</i>, 2020; OH, 2019; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Melhorar a gestão relativo ao processo de planejamento ou aquisição de materiais (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; RODRÍGUEZ <i>et al.</i>, 2020; OH, 2019; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018).</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia AGV, foram identificados 6 qualificadores de aplicação e 8 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 17.



**Quadro 17** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia AGV

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Movimentar materiais de forma autônoma dentro da empresa (D’SOUZA, COSTA e PIRES, 2020; TALHI <i>et al.</i>, 2020; ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Distribuir produto para clientes de forma autônoma (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Receber materiais vindo de fornecedores de forma autônoma <sup>P</sup>;</li> <li>- Armazenar materiais no armazém de forma autônoma <sup>P</sup>;</li> <li>- Separar materiais de forma autônoma <sup>P</sup>;</li> <li>- Abastecer materiais em posto de trabalho de forma autônoma <sup>P</sup>.</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatizar a operação de movimentação de materiais no abastecimento e separação em uma fábrica e armazém (D’SOUZA, COSTA e PIRES, 2020);</li> <li>- Aumentar a segurança das pessoas (D’SOUZA, COSTA e PIRES, 2020);</li> <li>- Aumentar a segurança no trânsito (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Reduzir fluxo no trânsito (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Reduzir custo de mão de obra (MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019; D’SOUZA, COSTA e PIRES, 2020);</li> <li>- Melhorar a qualidade e performance de processos logísticos (TALHI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Reduzir custo logístico (MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019);</li> <li>- Reduzir emissão de poluentes, melhorar questão de sustentabilidade ambiental (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020).</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pelo autor

Para a tecnologia *blockchain*, foram identificados 2 qualificadores de aplicação e 3 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 18.

**Quadro 18** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia *blockchain*

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compartilhar dados em uma rede (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Rastrear dados (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018).</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar a segurança dos dados/informação (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Garantir transparência dos dados (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; KHAN, BYUN e PARK, 2020; TOZANLI, KONGAR e GUPTA, 2020);</li> <li>- Garantir a imutabilidade dos dados (ESMAEILIANA <i>et al.</i>, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; KHAN, BYUN e PARK, 2020; TOZANLI, KONGAR e GUPTA, 2020).</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia RA, foram identificados 5 qualificadores de aplicação e 5 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 19.

**Quadro 19** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia realidade aumentada

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simular virtualmente atividades operacionais (TALHI <i>et al.</i>, 2020); HORVÁTH e SZABÓ, 2019);</li> <li>- Simular virtualmente uma atividade de manufatura ou set-up de máquina por meio de um óculos (HOFFMANN <i>et al.</i>, 2019);</li> <li>- Simular virtualmente uma atividade de armazenagem ou separação de materiais <sup>P</sup>;</li> <li>- Simular virtualmente uma atividade de movimentação de materiais ou abastecimento <sup>P</sup>;</li> <li>- Simular virtualmente uma atividade logística e entrega de produto ou carga <sup>P</sup>.</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fornecer informação em tempo real de como precisa ser realizado alguma atividade (TALHI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Melhora a tomada de decisão e qualidade dos processos (TALHI <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>- Proporcionar suporte em treinamentos, facilitando como é o passo a passo das operações (HORVÁTH e SZABÓ (2019));</li> <li>- Compartilhar aos operadores de máquinas de como precisa ser realizado um <i>set-up</i> ou atividade produtiva (HOFFMANN <i>et al.</i>, 2019);</li> <li>- Compartilhar aos almoxarifes de como precisa ser realizado a movimentação de materiais ou armazenagem ou abastecimento ou inventário de materiais (BÄR, HERBERT-HANSEN e KHALID, 2018).</li> </ul>

Fonte: elaborado pelo autor

Para a tecnologia robôs/automação, foram identificados 7 qualificadores de aplicação e 5 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 20.

**Quadro 20** – Qualificadores para as aplicações e os benefícios da tecnologia robôs/automação

<b>Aplicação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir equipamento e/ou dispositivo para realizar a separação de materiais (D’SOUZA, COSTA e PIRES, 2020);</li> <li>- Construir equipamento e/ou dispositivo para realizar a movimentação ou abastecimento de materiais (D’SOUZA, COSTA e PIRES, 2020);</li> <li>- Construir equipamento e/ou dispositivo para realizar entregas de produtos e cargas <sup>P</sup>;</li> <li>- Construir equipamento e/ou dispositivo para armazenar materiais <sup>P</sup>;</li> <li>- Construir equipamento e/ou dispositivo para fabricar ou processar algum material (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Construir equipamento e/ou dispositivo para automatizar processos (LI, 2016);</li> <li>- Construir equipamento e/ou dispositivo para realizar atividades operacionais (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020).</li> </ul>
<b>Benefício</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar a produtividade e agilidade (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; LI, 2016);</li> <li>- Elevar a segurança (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i> 2018; LI, 2016);</li> <li>- Reduzir custo (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>- Melhorar a qualidade de atividades (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020; FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018; LI, 2016);</li> <li>- Alternativa para escassez de mão de obra (FAWCETTA <i>et al.</i>, 2018).</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pelo autor

#### 4.2.1 Considerações sobre a categorização dos qualificadores das tecnologias

O objetivo dessa seção foi o de categorizar os qualificadores das tecnologias associadas ao grau de maturidade da SC4 das empresas do agronegócio no Brasil. Os resultados obtidos evidenciaram que, para cada tecnologia, há listas de aplicações e benefícios, chamados de qualificadores.

Para a tecnologia IoT, foram identificados 8 qualificadores de aplicação e 13 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 8. Para a tecnologia CPS, foram identificados 3

qualificadores de aplicação e 8 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 9. Para a tecnologia *big data*, foram identificados 11 qualificadores de aplicação e 6 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 10. Para a tecnologia *cloud computing*, foram identificados 7 qualificadores de aplicação e 7 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 11. Para a tecnologia RFID, foram identificados 4 qualificadores de aplicação e 9 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 12. Para a tecnologia *machine learning*, foram identificados 1 qualificador de aplicação e 4 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 13. Para a tecnologia MA, foram identificados 2 qualificadores de aplicação e 5 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 14. Para a tecnologia *digital twin*, foram identificados 8 qualificadores de aplicação e 6 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 15. Para a tecnologia IA, foram identificados 7 qualificadores de aplicação e 6 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 16. Para a tecnologia AGV, foram identificados 6 qualificadores de aplicação e 8 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 17. Para a tecnologia *blockchain*, foram identificados 2 qualificadores de aplicação e 3 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 18. Para a tecnologia RA, foram identificados 5 qualificadores de aplicação e 5 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 19. Para a tecnologia robôs/automação, foram identificados 7 qualificadores de aplicação e 5 qualificadores de benefícios, conforme Quadro 20.

A tecnologia IoT, que apresenta maior frequência para os artigos selecionados (Figura 14), também foi a tecnologia com maior quantidade de qualificadores para aplicação e benefício (Quadro 8), no total são 21, sendo que 8 de aplicação e 13 de benefícios. As tecnologias com as menores quantidades de qualificadores foram *machine learning e blockchain*. Foram identificados 5 qualificadores no total para cada uma. Por outro lado, a tecnologia discutida nos artigos selecionados apresentou 12 qualificadores, sendo 7 qualificadores de aplicação e 5 qualificadores de benefícios. Foi constatando que o volume de artigos que discutem determinada tecnologia, não tem relação com o volume de qualificadores levantados.

Desta forma, entende-se que o objetivo proposto dessa seção foi alcançado. A seguir são explicitadas as limitações identificadas, as contribuições e as proposições de estudos futuros.

Como na fase de revisão de literatura foram encontrados poucos trabalhos direcionados para ao agronegócio, isto gerou uma limitação do trabalho, ou seja, baixa quantidade de qualificadores, o que justificou a inclusão de alguns com base na experiência profissional do pesquisador.

A adição de qualificadores baseados na experiência do pesquisador mostrou ser uma importante contribuição para o estado da arte e evidencia carência de trabalhos e abordagens

do tema na literatura. Importante ressaltar, que essa contribuição, objetivou apenas aumentar a visão de aplicação e benefícios para SC4 no agronegócio, sem pretender se apresentar como verdade incontestável.

Como proposição de trabalhos futuros, é essencial realizar a validação destes qualificadores.

### **4.3 Validação das categorias**

Esta etapa tem como objetivo validar as categorias e os qualificadores observados na SC4 aplicáveis às empresas do agronegócio no Brasil. Para isso, foram utilizadas as respostas dos especialistas em relação ao formulário (Apêndice A), conforme descrito na seção 2.3.

Para análise dos dados gerados foi utilizado a técnica FD, conforme descrito na seção 2.4, aplicando seu processo e suas etapas. A técnica FD contribuiu para analisar os dados de forma estatística de modo a validar as categorias e os qualificadores, tendo como referência a opinião de especialistas. A concordância de opinião entre eles é baseada no valor do peso ( $S_j$ ) e no valor do limite ( $\alpha$ ), conforme descrito na seção 2.4. Segue no Quadro 21 os qualificadores, os valores “desfuzzyficados” ( $S_j$ ) e o resultado da seleção.

**Quadro 21** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção

<b>N</b>	<b>Qualificador</b>	<b>Sj</b>	<b>Resultado da seleção</b>
1	A movimentação de materiais de forma autônoma dentro da empresa é aplicável para o setor de agroindústria.	0,716	selecionado
2	A distribuição de produto para clientes de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
3	O recebimento de materiais de forma autônoma vindo de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
4	A armazenagem de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,595	rejeitado
5	A separação de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,706	selecionado
6	O abastecimento de materiais de forma autônoma em posto de trabalho é aplicável para o setor de agroindústria.	0,591	rejeitado
7	Há automatização na operação de movimentação de materiais no abastecimento e separação com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,568	rejeitado
8	Há aumento da segurança das pessoas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,579	rejeitado
9	Há aumento de segurança no trânsito com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,568	rejeitado
10	Há redução no fluxo do trânsito com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
11	Há redução no custo de mão de obra com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,551	rejeitado
12	Há melhora na qualidade e na performance de processos logísticos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,598	rejeitado
13	Há redução de custo logístico com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,543	rejeitado
14	Há redução de emissão de poluentes e melhora na sustentabilidade ambiental com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,529	rejeitado
15	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar a separação de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,812	selecionado
16	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar a movimentação ou abastecimento de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,609	selecionado
17	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar entregas de produtos e cargas de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,577	rejeitado
18	O uso de equipamento ou dispositivo para armazenar materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,604	selecionado
19	O uso de equipamento ou dispositivo para fabricar ou processar algum material de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,600	selecionado
20	O uso de equipamento ou dispositivo para automatizar processos é aplicável para o setor de agroindústria.	0,690	selecionado

**Quadro 22** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação)

<b>N</b>	<b>Qualificador</b>	<b>Sj</b>	<b>Resultado da seleção</b>
21	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar atividades operacionais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	0,606	selecionado
23	Há aumento na segurança com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
24	Há redução de custo com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
26	É uma alternativa para a escassez de mão de obra com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,551	rejeitado
22	Há aumento na produtividade e agilidade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,796	selecionado
25	Há melhora na qualidade de atividades com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,606	selecionado
31	Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a entrega de produtos e cargas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,592	rejeitado
32	Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a movimentação de materiais e proporciona segurança com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,553	rejeitado
27	O uso de sensores em máquinas é aplicável para o setor de agroindústria.	0,726	selecionado
28	O uso de sensores em processos fabris é aplicável para o setor de agroindústria.	0,721	selecionado
29	O uso de sensores em processos de entrega de produtos e cargas junto a Transportadora é aplicável para o setor de agroindústria.	0,614	selecionado
30	O uso de sensores em processos de armazenagem e movimentação de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.	0,625	selecionado
35	Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a embalagens com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,581	rejeitado
36	Há redução de custo logístico com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,594	rejeitado
37	Há redução de custo de mão de obra com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,585	rejeitado
33	Possibilita coletar dados e gerenciar parâmetros relativos a máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,602	selecionado
34	Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a níveis de estoque e movimentar materiais de forma rápida e com acuracidade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,602	selecionado
38	Aumenta a velocidade de troca de dados e tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,635	selecionado
39	Há melhora na segurança dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,600	selecionado
45	Fornecer informação em tempo real de como precisa ser realizado alguma atividade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado

**Quadro 23** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação)

N	Qualificador	Sj	Resultado da seleção
40	A simulação virtual de atividades operacionais é aplicável para o setor de agroindústria.	0,701	selecionado
41	A simulação virtual de atividade de manufatura ou set-up de máquina por meio de um óculos é aplicável para o setor de agroindústria.	0,701	selecionado
42	A simulação virtual de atividade de armazenagem ou separação de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.	0,597	rejeitado
43	A simulação virtual de atividade de movimentação de materiais ou abastecimento é aplicável para o setor de agroindústria.	0,680	selecionado
44	A simulação virtual de atividade logística e entrega de produto ou carga é aplicável para o setor de agroindústria.	0,585	rejeitado
46	Melhora a tomada de decisão e qualidade dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,694	selecionado
47	Proporciona suporte em treinamentos, facilitando como é o passo a passo das operações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,716	selecionado
48	Compartilha aos operadores de máquinas de como precisa ser realizado um <i>set-up</i> ou atividade produtiva com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,706	selecionado
49	Compartilha aos almoxarifes de como precisa ser realizado a movimentação de materiais ou armazenagem ou abastecimento ou inventário de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,801	selecionado
52	Reduz nível de estoque com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
54	Agiliza o tempo de atendimento no processo de pós-venda com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,554	rejeitado
56	Reduz custo com frete logístico ou índices de poluentes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,532	rejeitado
50	A produção de componentes ou peças individuais é aplicável para o setor de agroindústria.	0,604	selecionado
51	Prototipar ou desenvolver novos produtos é aplicável para o setor de agroindústria.	0,721	selecionado
53	Aumenta a customização com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,606	selecionado
55	Reduz custo de desenvolvimento de produto e/ou de protótipo com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,704	selecionado
58	Melhora a segurança dos dados, ajuda a detectar intrusão ou ataques ou anomalias na rede com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,568	rejeitado
60	Melhora a acuracidade de previsões e tendências de demandas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,595	rejeitado
61	Melhora a performance nas operações ou reduz o tempo de inatividade não planejado de máquina com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,595	rejeitado



**Quadro 24** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação)

<b>N</b>	<b>Qualificador</b>	<b>Sj</b>	<b>Resultado da seleção</b>
63	Reduz os custos de manutenção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,573	rejeitado
57	O desenvolvimento de algoritmo em sistemas é aplicável para o setor de agroindústria.	0,714	selecionado
59	Melhora o entendimento e o aprendizado do comportamento dos dados na área de suprimentos, podendo auxiliar na tomada de decisões com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,683	selecionado
62	Aumenta a produtividade de máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,600	selecionado
66	Aumenta a segurança dos dados/informação com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,562	rejeitado
67	Contribui para garantir a transparência dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
64	O compartilhamento de dados em uma rede é aplicável para o setor de agroindústria.	0,592	rejeitado
65	O rastreamento de dados é aplicável para o setor de agroindústria.	0,704	selecionado
68	Contribui para garantir a imutabilidade dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,692	selecionado
69	Realizar interface entre usuário e sistema é aplicável para o setor de agroindústria.	0,594	rejeitado
70	Realizar a interface na área fabril é aplicável para o setor de agroindústria.	0,688	selecionado
71	Realizar a interface na cadeia de suprimentos é aplicável para o setor de agroindústria.	0,598	rejeitado
72	Realizar a interface entre a minha empresa e a de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	0,681	selecionado
73	Realizar a interface entre a minha empresa e a de Transportadoras é aplicável para o setor de agroindústria.	0,681	selecionado
74	Realizar a interface entre a minha empresa e de agentes de carga nos processos de importação ou exportação é aplicável para o setor de agroindústria.	0,587	rejeitado
75	Realizar a interface entre cliente e sistema de tecnologia no atendimento de pós-venda é aplicável para o setor de agroindústria.	0,581	rejeitado
76	Proporciona automatizar o atendimento com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,706	selecionado
77	Proporciona automatizar a tomada decisões com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,696	selecionado
78	Entende o comportamento do usuário com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,688	selecionado
79	Melhora a gestão relativo ao processo de produção de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,694	selecionado
80	Melhora a gestão relativo ao processo de estoque (armazenagem ou movimentação) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,690	selecionado
81	Melhora a gestão relativo ao processo de planejamento ou aquisição de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,688	selecionado

**Quadro 25** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação)

N	Qualificador	Sj	Resultado da seleção
90	Simula e analisa dados de desempenho dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,587	rejeitado
92	Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de planejamento de materiais ou níveis de estoque com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,577	rejeitado
93	Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de movimentação de materiais na empresa (abastecimento ou armazenagem ou recebimento) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,581	rejeitado
94	Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de entrega de produtos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,578	rejeitado
95	Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de atendimento de produtos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,577	rejeitado
82	Replicar o ambiente real de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,801	selecionado
83	Replicar o ambiente real relativo ao processo operacional de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,801	selecionado
84	Replicar o ambiente real relativo ao processo de armazenagem de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,709	selecionado
85	Replicar o ambiente real relativo ao processo de movimentação de materiais da empresa de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,614	selecionado
86	Replicar o ambiente real relativo ao processo de carregamento de materiais de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,602	selecionado
87	Replicar o ambiente real relativo ao processo logístico ( <i>inbound</i> ou <i>outbound</i> ) de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,614	selecionado
88	Replicar o ambiente real relativo ao processo de planejamento da demanda de produtos de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,604	selecionado
89	Replicar o ambiente real relativo ao processo de aquisição de materiais ou de negociação de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	0,583	rejeitado
91	Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de produção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,600	selecionado
106	Proporciona segurança do sistema/rede de dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,579	rejeitado
96	O desenvolvimento e a implementação de sistemas computacionais são aplicável para o setor de agroindústria.	0,611	selecionado
97	Conectar sensores e dispositivos é aplicável para o setor de agroindústria.	0,620	selecionado
98	O desenvolvimento de plataforma para possibilitar troca de dados entre pessoas e empresas é aplicável para o setor de agroindústria.	0,716	selecionado
99	Possibilita monitorar processos relativos a produção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,711	selecionado

**Quadro 26** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação)

<b>N</b>	<b>Qualificador</b>	<b>Sj</b>	<b>Resultado da seleção</b>
100	Possibilita monitorar processos relativos a suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,806	selecionado
101	Realiza serviços de suporte (treinamento de pessoas ou assistência técnica) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,691	selecionado
102	Proporciona o compartilhamento de dados e informações em tempo real/digital com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,699	selecionado
103	Proporciona a conexão entre pessoas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,690	selecionado
104	Proporciona a interação entre empresas, para troca de dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,600	selecionado
105	Proporciona a simulação do ambiente real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,701	selecionado
120	Dispensa o uso de dispositivos para armazenar dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,579	rejeitado
107	Armazenar dados relativos aos processos de transporte e atendimento é aplicável para o setor de agroindústria.	0,812	selecionado
108	Armazenar dados relativos aos processos de estoque e logística interna na empresa é aplicável para o setor de agroindústria.	0,625	selecionado
109	Armazenar dados relativos aos preços ideais de aquisição de produtos é aplicável para o setor de agroindústria.	0,618	selecionado
110	Armazenar dados relativos aos processos da cadeia de suprimentos é aplicável para o setor de agroindústria.	0,618	selecionado
111	Armazenar dados relativos aos processos de previsão da demanda é aplicável para o setor de agroindústria.	0,714	selecionado
112	Armazenar dados relativos ao processo de transporte e entrega de materiais/cargas é aplicável para o setor de agroindústria.	0,812	selecionado
113	Armazenar dados em um provedor de servidor de internet é aplicável para o setor de agroindústria.	0,721	selecionado
114	Possibilita acessar em tempo real os dados de transporte e entrega de cargas aos clientes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,609	selecionado
115	Possibilita acessar em tempo real os dados de rastreamento de cargas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,609	selecionado
116	Possibilita acessar em tempo real os dados de pedidos de compras de itens comprados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,620	selecionado
117	Proporciona analisar em tempo real o desempenho de processos de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,716	selecionado
118	Conecta diferentes atores (empresa) da cadeia de suprimentos e compartilha informações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,616	selecionado
119	Possibilita acessar e recuperar dados por meio de acesso remoto com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,616	selecionado
131	Reduz custo dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,577	rejeitado

**Quadro 27** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação)

N	Qualificador	Sj	Resultado da seleção
140	Corrige problemas remotamente com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,556	rejeitado
121	O compartilhamento de dados de forma digital relativo ao processo operacional e de máquinas é aplicável para o setor de agroindústria.	0,711	selecionado
122	O compartilhamento de dados de forma digital entre objetos físicos/sensores, sistema e pessoas é aplicável para o setor de agroindústria.	0,721	selecionado
123	O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	0,801	selecionado
124	O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e a de parceiros é aplicável para o setor de agroindústria.	0,711	selecionado
125	O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e a de clientes é aplicável para o setor de agroindústria.	0,711	selecionado
126	O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de estoque ou armazenagem é aplicável para o setor de agroindústria.	0,716	selecionado
127	O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de movimentação de materiais e abastecimento é aplicável para o setor de agroindústria.	0,812	selecionado
128	O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de planejamento de materiais e pedidos de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.	0,806	selecionado
129	Monitora em tempo real os dados relativos a linha de produção ou das máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,625	selecionado
130	Otimiza o uso dos recursos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,602	selecionado
132	Monitora em tempo real os dados relativos planejamento de materiais e níveis de estoque com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,701	selecionado
133	Monitora em tempo real os dados relativos a entregas e rota de transporte com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,791	selecionado
134	Monitora em tempo real os dados relativos a planejamento da previsão da demanda com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,691	selecionado
135	Integra empresa e fornecedores com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,696	selecionado
136	Integra empresa e parceiros com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,696	selecionado
137	Integra empresa e clientes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,696	selecionado
138	Possibilita rastrear e localizar veículos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,604	selecionado
139	Possibilita rastrear dados ou produtos ao longo da cadeia de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,604	selecionado

**Quadro 28** - Valores "desfuzzyficados" e resultado da seleção (continuação)

N	Qualificador	Sj	Resultado da seleção
141	Permite que as "coisas" se comuniquem, controlem, tomem decisões e realizem ações de forma independente (autônoma) com base nas informações, tudo em tempo real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,690	selecionado
153	Aumenta a velocidade de informação com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,577	rejeitado
154	Proporciona comunicação em tempo real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
155	Atualiza rapidamente as alterações de pedido de produtos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
157	Processa e analisa dados de forma mais rápida com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,333	rejeitado
142	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa é aplicável para o setor de agroindústria.	0,625	selecionado
143	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e a Transportadoras é aplicável para o setor de agroindústria.	0,625	selecionado
144	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e os Fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	0,625	selecionado
145	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e os Clientes é aplicável para o setor de agroindústria.	0,618	selecionado
146	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa, fornecedores e clientes é aplicável para o setor de agroindústria.	0,618	selecionado
147	Processar e analisar um volume dados grande relativos aos processos industriais é aplicável para o setor de agroindústria.	0,607	selecionado
148	Processar e analisar um volume dados grande relativos ao armazém/estoque de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	0,607	selecionado
149	Processar e analisar um volume dados grande relativos ao armazém, movimentações de materiais e estoque é aplicável para o setor de agroindústria.	0,607	selecionado
150	Processar e analisar um volume dados grande relativos aos processos de recebimento ou carregamento ou distribuição de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.	0,618	selecionado
151	Processar e analisar um volume dados grande ao longo da cadeia de suprimentos (desde empresa, fornecedor, transportadora, revendas e clientes) é aplicável para o setor de agroindústria.	0,625	selecionado
152	Rastrear o comportamento de clientes é aplicável para o setor de agroindústria.	0,616	selecionado
156	Apoia a tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,625	selecionado
158	Monitora dados, informações e indicadores de forma rápida com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	0,604	selecionado

Fonte: elaborado pelo autor

Nota-se que, dos 158 qualificadores, 106 foram selecionados, isto é, houve concordância de 67% dos qualificadores entre as respostas dos especialistas. O restante, 52 qualificadores, foram rejeitados, ou seja, 33% não foram selecionados pelo motivo de não haver concordância entre as respostas dos especialistas após o corte com peso de 0,6, conforme detalhado na seção 2.4. A seguir, será discutido por tecnologia e de forma detalhada os qualificadores selecionados, apenas aqueles que tiveram concordância entre os especialistas.

Em relação à tecnologia IoT são apresentados 19 qualificadores selecionados, conforme Quadro 29. De forma geral, os qualificadores estão relacionados a compartilhamento de dados em tempo real e digital, integrando uma organização, a outra e possibilitando rastrear, monitorar e comunicar os dados. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, sendo igual a “atuação” igual, mas alterando apenas o “local” da atuação. Na coluna “N”, por exemplo, os números 121 e 123, ambos têm como atuação o “compartilhamento de dados de forma digital no setor de agroindústria”, porém, em um dos qualificadores, o local é o “processo operacional e de máquinas” (ESMAEILIANA *et al.*, 2020; FAWCETTA *et al.*, 2018; LI, 2016) e, para o outro, a “empresa e fornecedor” (MASTOS *et al.*, 2020; MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020). Outro exemplo, é o caso dos “N” 132 e 133, ambos têm como atuação o “monitoramento em tempo real dos dados no setor agroindústria”, porém, em um dos qualificadores, o local é o “processo de planejamento de materiais e níveis de estoque” (MASTOS *et al.*, 2020, MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020) e, para o outro, a “entrega e rotas de transporte” (MASTOS *et al.*, 2020; MÜLLER, VEILE e VOIGT, 2020; SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os na questão da atuação ou do “local”.

**Quadro 29** - Qualificadores da tecnologia IoT selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
121	O compartilhamento de dados de forma digital relativo ao processo operacional e de máquinas é aplicável para o setor de agroindústria.
122	O compartilhamento de dados de forma digital entre objetos físicos/sensores, sistema e pessoas é aplicável para o setor de agroindústria.
123	O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.
124	O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e a de parceiros é aplicável para o setor de agroindústria.
125	O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e a de clientes é aplicável para o setor de agroindústria.
126	O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de estoque ou armazenagem é aplicável para o setor de agroindústria.
127	O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de movimentação de materiais e abastecimento é aplicável para o setor de agroindústria.
128	O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de planejamento de materiais e pedidos de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.
129	Monitora em tempo real os dados relativos a linha de produção ou das máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
130	Otimiza o uso dos recursos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
132	Monitora em tempo real os dados relativos planejamento de materiais e níveis de estoque com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
133	Monitora em tempo real os dados relativos a entregas e rota de transporte com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
134	Monitora em tempo real os dados relativos a planejamento da previsão da demanda com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
135	Integra empresa e fornecedores com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
136	Integra empresa e parceiros com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
137	Integra empresa e clientes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
138	Possibilita rastrear e localizar veículos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
139	Possibilita rastrear dados ou produtos ao longo da cadeia de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
141	Permite que as "coisas" se comuniquem, controlem, tomem decisões e realizem ações de forma independente (autônoma) com base nas informações, tudo em tempo real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia CPS são apresentados 10 qualificadores selecionados, conforme Quadro 30. Os qualificadores estão relacionados com sistemas computacionais, sensores e dispositivos que possibilitam a troca de dados entre pessoas e dispositivos. Alguns qualificadores são semelhantes, sendo igual a “atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação.

**Quadro 30** - Qualificadores da tecnologia CPS selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
96	O desenvolvimento e a implementação de sistemas computacionais são aplicáveis para o setor de agroindústria.
97	Conectar sensores e dispositivos é aplicável para o setor de agroindústria.
98	O desenvolvimento de plataforma para possibilitar troca de dados entre pessoas e empresas é aplicável para o setor de agroindústria.
99	Possibilita monitorar processos relativos a produção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
100	Possibilita monitorar processos relativos a suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
101	Realiza serviços de suporte (treinamento de pessoas ou assistência técnica) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
102	Proporciona o compartilhamento de dados e informações em tempo real/digital com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
103	Proporciona a conexão entre pessoas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
104	Proporciona a interação entre empresas, para troca de dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
105	Proporciona a simulação do ambiente real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *big data* são apresentados 13 qualificadores selecionados, conforme Quadro 31. De forma geral, os qualificadores estão relacionados a processar e analisar um volume elevado de dados. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, sendo igual a “atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação. Por exemplo, na coluna “N”, os números 148 e 150, ambos têm como atuação o “processar e analisar um volume de dados grande”, porém, em um dos qualificadores, o local é o “armazém/estoque de fornecedores” (MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019) e, para o outro, o “recebimento ou carregamento ou distribuição de materiais” (originado a partir da experiência do pesquisador, conforme explicado na seção 4.2). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os na questão da aplicação ou “local”.



**Quadro 31** - Qualificadores da tecnologia *Big Data* selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
142	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa é aplicável para o setor de agroindústria.
143	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e a Transportadoras é aplicável para o setor de agroindústria.
144	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e os Fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.
145	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e os Clientes é aplicável para o setor de agroindústria.
146	Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa, fornecedores e clientes é aplicável para o setor de agroindústria.
147	Processar e analisar um volume dados grande relativos aos processos industriais é aplicável para o setor de agroindústria.
148	Processar e analisar um volume dados grande relativos ao armazém/estoque de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.
149	Processar e analisar um volume dados grande relativos ao armazém, movimentações de materiais e estoque é aplicável para o setor de agroindústria.
150	Processar e analisar um volume dados grande relativos aos processos de recebimento ou carregamento ou distribuição de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.
151	Processar e analisar um volume dados grande ao longo da cadeia de suprimentos (desde empresa, fornecedor, transportadora, revendas e clientes) é aplicável para o setor de agroindústria.
152	Rastrear o comportamento de clientes é aplicável para o setor de agroindústria.
156	Apoia a tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
158	Monitora dados, informações e indicadores de forma rápida com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *cloud computing* são apresentados 13 qualificadores selecionados, conforme Quadro 32. De forma geral, os qualificadores estão relacionados a armazenar dados na nuvem e que possibilita acessar e recuperar dados por meio de acesso remoto. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, sendo igual a “atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação. Por exemplo, na coluna “N”, os números 107 e 111, têm como atuação o “armazenar dados”, porém, em um dos qualificadores, o local é o “transporte e atendimento” (MARMOLEJO-SAUCEDO e HARTMANN, 2020; MANAVALAN e JAYAKRISHNA, 2019; MOSTAFA, HAMDY e ALAWADY, 2019) e, para o outro, a “previsão da demanda” (MAKRIS, HANSEN e KHAN, 2019). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os com base na aplicação ou “local”.

**Quadro 32** - Qualificadores da tecnologia *cloud computing* selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
107	Armazenar dados relativos aos processos de transporte e atendimento é aplicável para o setor de agroindústria.
108	Armazenar dados relativos aos processos de estoque e logística interna na empresa é aplicável para o setor de agroindústria.
109	Armazenar dados relativos aos preços ideias de aquisição de produtos é aplicável para o setor de agroindústria.
110	Armazenar dados relativos aos processos da cadeia de suprimentos é aplicável para o setor de agroindústria.
111	Armazenar dados relativos aos processos de previsão da demanda é aplicável para o setor de agroindústria.
112	Armazenar dados relativos ao processo de transporte e entrega de materiais/cargas é aplicável para o setor de agroindústria.
113	Armazenar dados em um provedor de servidor de internet é aplicável para o setor de agroindústria.
114	Possibilita acessar em tempo real os dados de transporte e entrega de cargas aos clientes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
115	Possibilita acessar em tempo real os dados de rastreamento de cargas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
116	Possibilita acessar em tempo real os dados de pedidos de compras de itens comprados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
117	Proporciona analisar em tempo real o desempenho de processos de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
118	Conecta diferentes atores (empresa) da cadeia de suprimentos e compartilha informações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
119	Possibilita acessar e recuperar dados por meio de acesso remoto com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia RFID são apresentados 8 qualificadores selecionados, conforme Quadro 33. De forma geral, os qualificadores estão relacionados ao uso de sensores para permitir coletar dados. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, ou seja, sendo igual a “atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação. Por exemplo, na coluna “N”, os números 29 e 30, ambos têm como atuação o “uso de sensores”, porém, em um dos qualificadores, o local é a “entrega de produtos e cargas junto a transportadora” (FACCHINI *et al.*, 2020) e, para o outro, a “armazenagem e movimentação de materiais” (OH, 2019). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os na questão da aplicação ou “local”.

**Quadro 33** - Qualificadores da tecnologia RFID selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
27	O uso de sensores em máquinas é aplicável para o setor de agroindústria.
28	O uso de sensores em processos fabris é aplicável para o setor de agroindústria.
29	O uso de sensores em processos de entrega de produtos e cargas junto a transportadora é aplicável para o setor de agroindústria.
30	O uso de sensores em processos de armazenagem e movimentação de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.
33	Possibilita coletar dados e gerenciar parâmetros relativos a máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
34	Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a níveis de estoque e movimentar materiais de forma rápida e com acuracidade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
38	Aumenta a velocidade de troca de dados e tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
39	Há melhora na segurança dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *machine learning* são apresentados 3 qualificadores selecionados, conforme Quadro 34. De forma geral, os qualificadores estão relacionados ao desenvolvimento de algoritmo e seu benefício.

**Quadro 34** - Qualificadores da tecnologia *machine learning* selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
57	O desenvolvimento de algoritmo em sistemas é aplicável para o setor de agroindústria.
59	Melhora o entendimento e o aprendizado do comportamento dos dados na área de suprimentos, podendo auxiliar na tomada de decisões com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
62	Aumenta a produtividade de máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia manufatura aditiva são apresentados 4 qualificadores selecionados, conforme Quadro 35. De forma geral, os qualificadores estão relacionados à impressão 3D e seus benefícios.

**Quadro 35** - Qualificadores da tecnologia manufatura aditiva selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
50	A produção de componentes ou peças individuais é aplicável para o setor de agroindústria.
51	Prototipar ou desenvolver novos produtos é aplicável para o setor de agroindústria.
53	Aumenta a customização com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
55	Reduz custo de desenvolvimento de produto e/ou de protótipo com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *digital twin* são apresentados 8 qualificadores selecionados, conforme Quadro 36. De forma geral, os qualificadores estão relacionados a replicar o ambiente real de forma digital e seu benefício. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, ou seja, sendo igual a “atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação. Por exemplo, na coluna “N”, os números 83 e 87, ambos têm como atuação o “replicar o ambiente real de forma digital para o setor de agroindústria”, porém, em um dos qualificadores, o local é o “processo operacional” (TOZANLI, KONGAR e GUPTA, 2020) e, para o outro, o “processo logístico” (originado a partir da experiência do pesquisador, conforme explicado na seção 4.2). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os na questão da aplicação ou “local”.

**Quadro 36** - Qualificadores da tecnologia *digital twin* selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
82	Replicar o ambiente real de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.
83	Replicar o ambiente real relativo ao processo operacional de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.
84	Replicar o ambiente real relativo ao processo de armazenagem de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.
85	Replicar o ambiente real relativo ao processo de movimentação de materiais da empresa de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.
86	Replicar o ambiente real relativo ao processo de carregamento de materiais de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.
87	Replicar o ambiente real relativo ao processo logístico ( <i>inbound</i> ou <i>outbound</i> ) de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.
88	Replicar o ambiente real relativo ao processo de planejamento da demanda de produtos de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.
91	Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de produção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia IA são apresentados 9 qualificadores selecionados, conforme Quadro 37. De forma geral, os qualificadores estão relacionados a “realizar interface” e seus

benefícios. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, sendo igual a “atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação. Por exemplo, na coluna “N”, os números 70 e 72, têm como atuação o “realizar interface para o setor de agroindústria”, porém, em um dos qualificadores, o local é a “área fabril” (FAWCETTA *et al.*, 2018) e, para o outro, a “empresa e fornecedores” (SUTAWIJAYA e NAWANGSARI, 2020). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os na questão da aplicação ou “local”.

**Quadro 37** - Qualificadores da tecnologia IA selecionado após aplicação do FD

<b>N</b>	<b>Qualificador</b>
70	Realizar a interface na área fabril é aplicável para o setor de agroindústria.
72	Realizar a interface entre a minha empresa e a de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.
73	Realizar a interface entre a minha empresa e a de Transportadoras é aplicável para o setor de agroindústria.
76	Proporciona automatizar o atendimento com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
77	Proporciona automatizar a tomada decisões com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
78	Entende o comportamento do usuário com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
79	Melhora a gestão relativo ao processo de produção de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
80	Melhora a gestão relativo ao processo de estoque (armazenagem ou movimentação) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
81	Melhora a gestão relativo ao processo de planejamento ou aquisição de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia AGV são apresentados 2 qualificadores selecionados, conforme Quadro 38. De forma geral, os qualificadores estão relacionados à movimentação de materiais de forma autônoma.

**Quadro 38** - Qualificadores da tecnologia AGV selecionado após aplicação do FD

<b>N</b>	<b>Qualificador</b>
1	A movimentação de materiais de forma autônoma dentro da empresa é aplicável para o setor de agroindústria.
5	A separação de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *blockchain* são apresentados 2 qualificadores selecionados, conforme Quadro 39. De forma geral, os qualificadores estão relacionados à rastreabilidade de dados e garantir imutabilidade dos dados.

**Quadro 39** - Qualificadores da tecnologia *blockchain* selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
65	O rastreamento de dados é aplicável para o setor de agroindústria.
68	Contribui para garantir a imutabilidade dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia RA são apresentados 7 qualificadores selecionados, conforme Quadro 40. De forma geral, os qualificadores estão relacionados à simulação virtual e seus benefícios. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, sendo igual “a atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação. Por exemplo, na coluna “N”, os números 41 e 43, têm como atuação o “simulação virtual para o setor de agroindústria”, porém, em um dos qualificadores o local é a “manufatura ou *set-up* de máquinas” (HOFFMANN *et al.*, 2019) e, para o outro, a “movimentação de materiais ou abastecimento” (originado a partir da experiência do pesquisador, conforme explicado na seção 4.2). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os a questão da aplicação ou “local”.

**Quadro 40** - Qualificadores da tecnologia RA selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
40	A simulação virtual de atividades operacionais é aplicável para o setor de agroindústria.
41	A simulação virtual de atividade de manufatura ou <i>set-up</i> de máquina por meio de um óculos é aplicável para o setor de agroindústria.
43	A simulação virtual de atividade de movimentação de materiais ou abastecimento é aplicável para o setor de agroindústria.
46	Melhora a tomada de decisão e qualidade dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
47	Proporciona suporte em treinamentos, facilitando como é o passo a passo das operações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
48	Compartilha aos operadores de máquinas de como precisa ser realizado um <i>set-up</i> ou atividade produtiva com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
49	Compartilha aos almoxarifes de como precisa ser realizado a movimentação de materiais ou armazenagem ou abastecimento ou inventário de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia robô/automação são apresentados 8 qualificadores selecionados, conforme Quadro 41. De forma geral, os qualificadores estão relacionados ao uso de equipamento ou dispositivo de forma autônoma para o setor de agroindústria e seus benefícios. Além disso, nota-se que alguns qualificadores são semelhantes, ou seja, sendo igual a “atuação”, mas alterando apenas o “local” da atuação. Por exemplo, na coluna “N”, os números 15 e 19, têm como atuação o “uso de equipamento ou dispositivo de forma autônoma para o setor de agroindústria”, porém, em um dos qualificadores o local é o “separação de materiais” (D’SOUZA, COSTA e PIRES, 2020) e, para o outro, a “fabricação de materiais” (FAWCETTA *et al.*, 2018). Deste modo, seria possível sumarizar estes qualificadores, diferenciando-os a questão da aplicação ou “local”.

**Quadro 41** - Qualificadores da tecnologia robô/automação selecionado após aplicação do FD

N	Qualificador
15	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar a separação de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.
16	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar a movimentação ou abastecimento de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.
18	O uso de equipamento ou dispositivo para armazenar materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.
19	O uso de equipamento ou dispositivo para fabricar ou processar algum material de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.
20	O uso de equipamento ou dispositivo para automatizar processos é aplicável para o setor de agroindústria.
21	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar atividades operacionais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.
22	Há aumento na produtividade e agilidade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.
25	Há melhora na qualidade de atividades com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Fonte: elaborado pelo autor

#### 4.3.1. Considerações sobre a validação e os qualificadores selecionados

O objetivo desta seção é apresentar as considerações acerca da validação dos qualificadores selecionados para futura avaliação da SC4 de empresas do agronegócio no Brasil. Os resultados obtidos revelam que diversos qualificadores selecionados podem ser condensados, facilitando a compreensão do tema.

Em relação à tecnologia IoT, na seção 4.3 notou-se que havia 19 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 6,

conforme Quadro 42. Um exemplo são os qualificadores números “N”: 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127 e 128. Todos apresentam como atuação “O compartilhamento de dados de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.”, alterando apenas o local de atuação para “processo operacional e de máquinas”, “entre objetos físicos/sensores, sistema e pessoas”, “entre minha empresa e de fornecedores”, “entre minha empresa e a de parceiros”, “entre minha empresa e a de clientes”, “aos processos de estoque ou armazenagem”, “aos processos de movimentação de materiais e abastecimento” e “aos processos de planejamento de materiais e pedidos de materiais”. Os qualificadores foram condensados em apenas um qualificador e separados os locais de atuação.

**Quadro 42** - Qualificador sumarizado da tecnologia IoT

<b>N</b>	<b>Atuação</b>	<b>Local de atuação</b>
121	O compartilhamento de dados de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria	entre processo operacional e de máquinas
122		entre objetos físicos/sensores, sistema e pessoas
123		entre minha empresa e de fornecedores
124		entre minha empresa e a de parceiros
125		entre minha empresa e a de clientes
126		aos processos de estoque ou armazenagem
127		aos processos de movimentação de materiais e abastecimento
128		aos processos de planejamento de materiais e pedidos de materiais
129	Monitora em tempo real os dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	na linha de produção ou das máquinas
132		no planejamento de materiais e níveis de estoque
133		a entregas e rota de transporte
134		no planejamento da previsão da demanda
130	Otimiza o uso dos recursos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
135	Integra instituições diferentes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	entre empresa e fornecedores
136		entre empresa e parceiros
137		entre empresa e clientes
138	Possibilita rastrear dados ao longo da cadeia de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	veículos
139		dados ou produtos
141	Permite que as "coisas" se comuniquem, controlem, tomem decisões e realizem ações de forma independente (autônoma) com base nas informações, tudo em tempo real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor



Em relação à tecnologia CPS, na seção 4.3 notou-se que havia 10 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 8, conforme Quadro 43. Um exemplo, são os qualificadores números “N”: 99 e 100, que apresentam como atuação “possibilita monitorar processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação como, respectivamente, “processo de produção” e “processo de suprimento”.

**Quadro 43** - Qualificador sumarizado da tecnologia CPS

N	Atuação	Local de atuação
96	O desenvolvimento e a implementação de sistemas computacionais são aplicáveis para o setor de agroindústria	*
97	Conectar sensores e dispositivos é aplicável para o setor de agroindústria	*
98	O desenvolvimento de plataforma para possibilitar troca de dados é aplicável para o setor de agroindústria	entre pessoas e empresas
99	Possibilita monitorar processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	processo de produção
100		processo de suprimentos
101	Realiza serviços de suporte com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	treinamento de pessoas ou assistência técnica
102	Proporciona o compartilhamento de dados e informações em tempo real/digital com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
103	Proporciona a interação para troca de dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	entre pessoas
104		entre empresas
105	Proporciona a simulação do ambiente real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *big data*, na seção 4.3 notou-se que havia 13 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 4, conforme Quadro 44. Um exemplo, são os qualificadores números “N”: 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150 e 151, que apresentam como atuação “Processar e analisar um volume de dados grande é aplicável para o setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação, como, respectivamente, “a empresa”, “a empresa e transportadoras”, “a empresa e fornecedores”, “a empresa e os clientes”, “a empresa, fornecedores e clientes”, “aos processos industriais”, “ao armazém/estoque de fornecedores”, “ao armazém, movimentações de

materiais e estoque”, “aos processos de recebimento ou carregamento ou distribuição de materiais” e “ao longo da cadeia de suprimentos”.

**Quadro 44** - Qualificador sumarizado da tecnologia *big data*

N	Atuação	Local de atuação
142	Processar e analisar um volume dados grande é aplicável para o setor de agroindústria	a empresa
143		a empresa e a transportadoras
144		a empresa e os fornecedores
145		a empresa e os clientes
146		a empresa, fornecedores e clientes
147		aos processos industriais
148		ao armazém/estoque de fornecedores
149		ao armazém, movimentações de materiais e estoque
150		aos processos de recebimento ou carregamento ou distribuição de materiais
151		ao longo da cadeia de suprimentos (desde empresa, fornecedor, transportadora, revendas e clientes)
152	Rastrear o comportamento de clientes é aplicável para o setor de agroindústria	*
156	Apoia a tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
158	Monitora dados, informações e indicadores de forma rápida com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *cloud computing*, na seção 4.3, notou-se que havia 13 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 5, conforme Quadro 45. Um exemplo são os qualificadores números “N”: 114, 115 e 116 que apresentam como atuação “Possibilita acessar em tempo real os dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação como, respectivamente, “de transporte e entrega de cargas aos clientes”, “de rastreamento de cargas” e “de pedidos de compras de itens comprados”.

**Quadro 45** - Qualificador sumarizado da tecnologia *cloud computing*

<b>N</b>	<b>Atuação</b>	<b>Local de atuação</b>
107	Armazenar dados é aplicável para o setor de agroindústria	aos processos de transporte e atendimento
108		aos processos de estoque e logística interna na empresa
109		aos preços ideias de aquisição de produtos
110		aos processos da cadeia de suprimentos
111		aos processos de previsão da demanda
112		ao processo de transporte e entrega de materiais/cargas
113		em um provedor de servidor de internet
114	Possibilita acessar em tempo real os dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	de transporte e entrega de cargas aos clientes
115		de rastreamento de cargas
116		de pedidos de compras de itens comprados
117	Proporciona analisar em tempo real o desempenho de processos de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
118	Conecta diferentes atores (empresa) da cadeia de suprimentos e compartilha informações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
119	Possibilita acessar e recuperar dados por meio de acesso remoto com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia RFID, na seção 4.3, notou-se que havia 8 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 5, conforme Quadro 46. Um exemplo, são os qualificadores números “N”: 27, 28, 29 e 30, que apresentam como atuação “O uso de sensores é aplicável para o setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação, como respectivamente, “em máquinas”, “em processos fabris”, “em processos de entrega de produtos e cargas junto a Transportadora” e “em processos de armazenagem e movimentação de materiais”.

**Quadro 46** - Qualificador sumarizado da tecnologia RFID

N	Atuação	Local de atuação
27	O uso de sensores é aplicável para o setor de agroindústria	em máquinas
28		em processos fabris
29		em processos de entrega de produtos e cargas junto a Transportadora
30		em processos de armazenagem e movimentação de materiais
33	Possibilita coletar dados e gerenciar parâmetros com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	a máquinas
34	Possibilita rastrear e monitorar <i>online</i> dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	a níveis de estoque e movimentar materiais de forma rápida e com acuracidade
38	Aumenta a velocidade de troca de dados e tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
39	Há melhora na segurança dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia *digital twin*, na seção 4.3, notou-se que havia 8 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo possível sumarizar os qualificadores para 2, conforme Quadro 47. Um exemplo são os qualificadores números “N”: 82, 83, 84, 85, 86, 87 e 88, que apresentam como atuação “Replicar o ambiente real de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação como, respectivamente, “em geral”, “ao processo operacional”, “ao processo de armazenagem”, “ao processo de movimentação de materiais da empresa”, “ao processo de carregamento de materiais”, “ao processo logístico (*inbound* ou *outbound*)”, “ao processo de planejamento da demanda de produtos” e “ao processo de planejamento da demanda de produtos”.

**Quadro 47** - Qualificador sumarizado da tecnologia *digital twin*

<b>N</b>	<b>Atuação</b>	<b>Local de atuação</b>
82	Replicar o ambiente real de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria	em geral
83		ao processo operacional
84		ao processo de armazenagem
85		ao processo de movimentação de materiais da empresa
86		ao processo de carregamento de materiais
87		ao processo logístico ( <i>inbound</i> ou <i>outbound</i> )
88		ao processo de planejamento da demanda de produtos
91	Antecipa possíveis correções e atua proativamente com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	nos processos de produção

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia IA, na seção 4.3, notou-se que havia 9 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 4, conforme Quadro 48. Um exemplo são os qualificadores números “N”: 76 e 77 que apresentam como atuação “Proporciona automatizar com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação como, respectivamente, “o atendimento” e “a tomada de decisões”.

**Quadro 48** - Qualificador sumarizado da tecnologia IA

<b>N</b>	<b>Atuação</b>	<b>Local de atuação</b>
70	Realizar a interface é aplicável para o setor de agroindústria	na área fabril
72		entre a minha empresa e a de fornecedores
73		entre a minha empresa e a de transportadoras
76	Proporciona automatizar com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	o atendimento
77		a tomada decisões
78	Entende o comportamento do usuário com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
79	Melhora a gestão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	ao processo de produção de materiais
80		ao processo de estoque (armazenagem ou movimentação)
81		ao processo de planejamento ou aquisição de materiais

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia RA, na seção 4.3, notou-se que havia 7 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 4, conforme Quadro 49. Um exemplo são os qualificadores números “N”: 40, 41 e 43 que apresentam como atuação “A simulação virtual é aplicável para o setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação como, respectivamente, “de atividades operacionais”, “de atividade de manufatura ou *set-up* de máquina por meio de um óculos” e “de atividade de movimentação de materiais ou abastecimento”.

**Quadro 49** - Qualificador sumarizado da tecnologia RA

<b>N</b>	<b>Atuação</b>	<b>Local de atuação</b>
40	A simulação virtual é aplicável para o setor de agroindústria	de atividades operacionais
41		de atividade de manufatura ou <i>set-up</i> de máquina por meio de um óculos
43		de atividade de movimentação de materiais ou abastecimento
46	Melhora a tomada de decisão e qualidade dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
47	Proporciona suporte em treinamentos, facilitando como é o passo a passo das operações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
48	Compartilha como precisa ser realizado atividade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	aos operadores de máquinas para realizar <i>set-up</i>
49		aos almoxarifes para movimentar materiais ou armazenar ou abastecer ou realizar inventário de materiais

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

Em relação à tecnologia robô/automatização, na seção 4.3, notou-se que havia 8 qualificadores selecionados. Após analisar o conteúdo foi possível sumarizar os qualificadores para 3, conforme Quadro 50. Um exemplo são os qualificadores números “N”: 15, 16, 18, 19, 20 e 21 que apresentam como atuação “O uso de equipamento ou dispositivo para realizar de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria”, alterando apenas o local de atuação como, respectivamente, “separação de materiais”, “movimentação ou abastecimento de materiais”, “armazenar materiais” e “fabricar ou processar algum material”.

**Quadro 50** - Qualificador sumarizado da tecnologia robô/automação

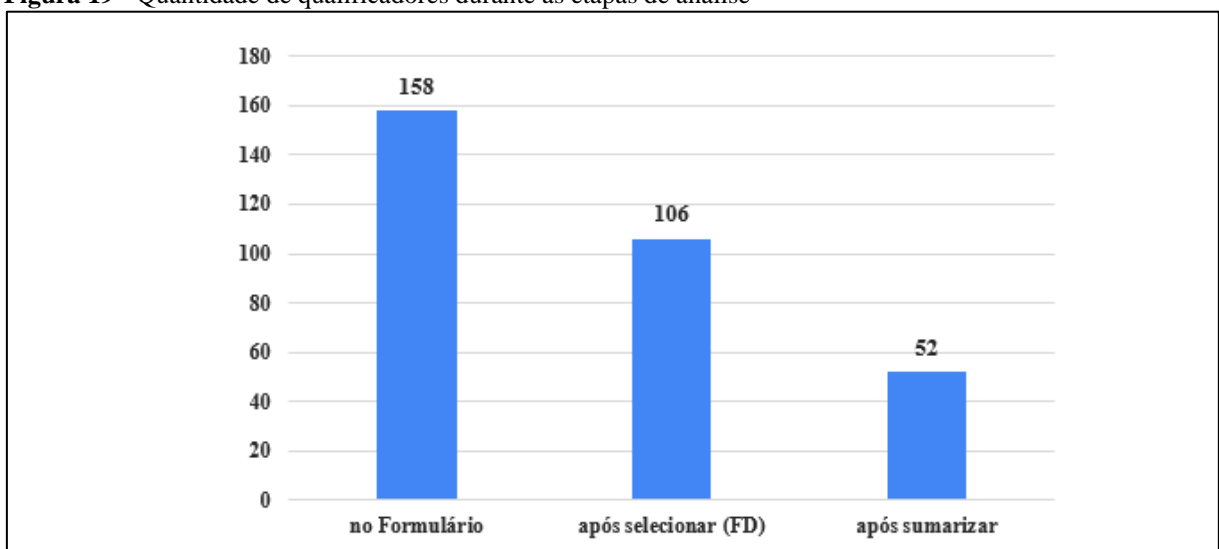
N	Atuação	Local de atuação
15	O uso de equipamento ou dispositivo para realizar de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria	na separação de materiais
16		na movimentação ou abastecimento de materiais
18		para armazenar materiais
19		para fabricar ou processar algum material
20		para automatizar processos
21		para realizar atividades operacionais
22	Há aumento na produtividade e agilidade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*
25	Há melhora na qualidade de atividades com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria	*

\* não há local para o referido qualificador

**Fonte:** elaborado pelo autor

As tecnologias *machine learning*, manufatura aditiva, AGV e *blockchain* não apresentaram qualificadores semelhantes, por isso não foram sumarizadas, permanecendo iguais aos apresentados na seção 4.3, ou respectivamente nos Quadro 34, Quadro 35, Quadro 38 e Quadro 39.

Conforme Figura 19, do total de 158 qualificadores inseridos nos formulários (Apêndice A) para os especialistas responderem, 106 qualificadores foram selecionados após análise do FD (de acordo com o Quadro 21) e de semelhança dos qualificadores quanto a atuação e o local de atuação, resultaram em 52 qualificadores sumarizados.

**Figura 19** - Quantidade de qualificadores durante as etapas de análise

**Fonte:** elaborado pelo autor

Detalhando os qualificadores durante as etapas de análise, conforme Figura 19 e analisando por tecnologia, conforme Quadro 51, nota-se que houve redução da quantidade de qualificadores em todas as tecnologias. As percepções entre os especialistas e o estado da arte ficaram proporcionalmente diferentes após a análise a partir do FD. Quando analisadas separadamente, percebe-se que há tecnologias com 19 ou 13 qualificadores e outras com apenas 2. As tecnologias que apresentavam um elevado quantitativo de qualificadores no início, tiveram uma redução elevada, como, por exemplo, as tecnologias IoT, *big data*, *digital twin* e AGV. Além disso, após sumarizar, notou-se uma homogeneização na quantidade de qualificadores por tecnologia entre as tecnologias.

**Quadro 51** - Volume de Qualificadores por tecnologia durante as etapas de análise

<b>N</b>	<b>Tecnologia</b>	<b>no formulário</b>	<b>após aplicação do FD</b>	<b>após sumarizar</b>
1	IoT	21	19	6
2	CPS	11	10	8
3	<i>Big data</i>	17	13	4
4	<i>Cloud computing</i>	14	13	5
5	RFID	13	8	5
6	<i>Machine learning</i>	7	3	3
7	Manufatura aditiva	7	4	4
8	<i>Digital twin</i>	14	8	2
9	IA	13	9	4
10	AGV	14	2	2
11	<i>Blockchain</i>	5	2	2
12	RA	10	7	4
13	Robô/Automação	12	8	3
	<b><i>total</i></b>	<b>158</b>	<b>106</b>	<b>52</b>

**Fonte:** elaborado pelo autor



## 5 CONCLUSÃO

A presente dissertação teve como objetivo definir quais os qualificadores devem que nortear o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 (SC4) das empresas do agronegócio no Brasil. De acordo com os resultados levantados e análises construídas, pode-se afirmar que este objetivo foi alcançado.

Foi desenvolvido um procedimento metodológico capaz de atingir os objetivos da pesquisa. A partir da revisão sistemática da literatura (RSL) sobre as publicações científicas relacionadas ao tema, foi definido o estado da arte, mapeadas as tecnologias e categorizados os qualificadores que devem nortear o grau de maturidade da SC4 das empresas do agronegócio no Brasil. A partir da *survey* com o uso de um formulário, foram validados os qualificadores. Os dados obtidos com o questionário passaram por análise com a técnica *Fuzzy Delphi* (FD), tornando possível elaborar as discussões e resultados.

Os resultados obtidos a partir dessa pesquisa, em suma, listam 13 tecnologias relacionadas a SC4 e 52 qualificadores que norteiam uma avaliação do grau de maturidade da SC4 das empresas do agronegócio no Brasil. Destes qualificadores destacam-se as tecnologias CPS e IoT por ter um quantitativo maior de qualificadores, respectivamente com 8 e 6. Por outro lado, há tecnologias com quantitativo menor de qualificadores, por exemplo *digital twin*, AGV e *blockchain*, estas com 2 qualificadores cada uma. As demais tecnologias, como *big data*, *cloud computing*, RFID, *machine learning*, manufatura aditiva, IA, RA e robô/automação, apresentaram entre 3 e 5 qualificadores.

As contribuições dessa pesquisa estendem para a área acadêmica porque o tema do trabalho apresenta crescimento em publicações de relevância e interesse, por ter poucas publicações na área do agronegócio e por servir de referência no uso das metodologias de RSL e FD. Já para área profissional, a contribuição do trabalho deve-se ao fato do tema ser relevante para a agroindústria e as tecnologias da SC4 poderem ser melhorias de processos industriais, retorno financeiro e produtos e serviços melhores.

Esta pesquisa teve caráter exploratório. A intenção de definir os qualificadores que norteiam o grau de maturidade da SC4 é a de evidenciar o estado da arte e não definir estes qualificadores como os únicos plausíveis. Os qualificadores levantados tomaram como base a literatura, a opinião de especialistas que atuam na área e análise estatística por meio da técnica FD para selecionar os qualificadores que os especialistas tiveram concordância.

Este trabalho considerou para sua metodologia de pesquisa o tipo *survey*, realizada por meio de um formulário com especialistas na área. De acordo com Fowler (2009), a análise de

uma amostra de respondentes numa *survey* permite descrever “a população alvo”. Pode ser uma limitação da pesquisa o fato de considerar poucos respondentes, mesmo que a pesquisa, para minimizar ou neutralizar este fator, tenha selecionado os especialistas de acordo com nível de formação, anos de experiência profissional e área de atuação, conforme seção 2.3.

Por fim, como trabalhos futuros, sugere-se desenvolver e validar uma escala de mensuração do grau de maturidade da *supply chain* 4.0 de empresas do agronegócio no Brasil e no exterior. Outro trabalho futuro seria mensurar o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 de empresas do agronegócio no Brasil e no exterior.

Uma vez que esta pesquisa validou os qualificadores que norteiam o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 das empresas do agronegócio no Brasil, é possível pesquisar e mensurar o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 de empresas do agronegócio ou desenvolver um modelo para diagnosticar qual é o grau de maturidade da *supply chain* 4.0 de determinada empresa e que sirva de base para direcionar ações que elevem o grau de maturidade dela. De acordo com Gosling e Schönsleben (2016), modelos de maturidade são muito importantes para as empresas avaliarem a qualidade de seus processos ou sistemas e estudarem ações para evoluírem.

E, por último, outro trabalho futuro seria analisar se a percepção dos especialistas condiz com o esperado tomando como base a literatura.

## REFERÊNCIAS

- ALPAYDIN, E. **Introduction to Machine Learning**. 3. ed. Massachusetts, MIT Press: [s.n.], 2014.
- ANDERL, R. Industrie 4.0: Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. *In: International Seminar on High Technology*, 19, Piracicaba, 2014.
- ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTI, P.; PELLEGRIN, I. **Sistemas de Produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Editora Bookman. Porto Alegre, 2008.
- ARAÚJO, M. J. **Fundamentos de agronegócio**. São Paulo, Atlas, 2010.
- ATHEY, S.; PARASHKEVOV, I.; SARUKKAI, V.; XIA, J., Bitcoin pricing, adoption, and usage: theory and evidence, 2016. Stanford University Graduate School of Business Research, p. 16-42. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2826674>. Acesso em: 20 set. 2021.
- AZIZ, F.; SAMSUDIN, S.; NAMBIAR, N.; AZIZ, U.; LI, E.; ZHONG, R.Y. Industry 4.0 in New Zealand dairy industry, **International Journal of Agile Systems and Management**, v. 12, n. 2, p. 180–197, 2019.
- BABICEANU, R.F.; SEKER, R. Big Data and virtualization for manufacturing cyberphysical systems: a survey of the current status and future outlook, **Computers in Industry**, v. 81, n. 2, p. 128–137, 2016.
- BALLOU, R.H. The evolution and future of logistics and supply chain management, **European Business Review**, v. 19, n. 4, p. 332–348, 2007.
- BÄR, K.; HERBERT-HANSEN, Z. N. L.; KHALID, W. Considering Industry 4.0 aspects in the supply chain for an SME. **Journal of Production Engineering**, v. 12, n. 6, p. 747-758, 2018.
- BATALHA, M. O. **Gestão do Agronegócio**. São Paulo, Edufscar, 2013.
- BARTON, D. *The Future of Finance: How FinTech, AI & Blockchain Will Shape Our Future*. IBM Watson, 2018. Disponível em: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=The%20Future%20of%20Finance%3A%20How%20FinTech%2C%20AI%20%26%20Blockchain%20Will%20Shape%20Our%20Future&author=D.%20Barton&publication\\_year=2018](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=The%20Future%20of%20Finance%3A%20How%20FinTech%2C%20AI%20%26%20Blockchain%20Will%20Shape%20Our%20Future&author=D.%20Barton&publication_year=2018). Acesso em: 20 set. 2020.
- BELTON, I.; MACDONALD, A.; WRIGHT, G.; HAMLIN, I. Improving the practical application of the Delphi method in group-based judgment: a six-step prescription for a well-founded and defensible process. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 147, n.11, p. 72–82, 2019.
- BENDUL, J. C.; BLUNCK, H. The design space of production planning and control for industry 4.0, **Computers in Industry**, v. 105, n. 2, p. 260–272, 2019.

BERETON, P.; BUDGEN, D.; KITCHENHAM, B. A.; TUNER, M. Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain. **The Journal of System and Software**, v. 80, p. 571-583, 2007.

BERNARDI, A. C. C. INAMASU, R. Y. Adoção da agricultura de precisão no Brasil. Brasília: Embrapa, 2014.

BHARADWAJ, A.; SAWY, O. A.; PAVLOU, P.; VENKATRAMAN, N. **Digital business strategy**: toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, v. 37, n. 2, p. 471-482, 2013.

BHOIR, H.; PATIL, R. Cloud Computing For Supply Chain Management. **International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology**, v. 1, n. 2, p. 11–91, 2014.

BIENHAUS, F.; HADDUD, A. Procurement 4.0: factors influencing the digitization of procurement and supply chains, **Business Process Management Journal**, v. 24, n. 4, p. 965 – 984, 2018.

BIOLCHINI, J. C. A.; MIAN, P. G.; NATALI, A. C. C.; CONTE, T. U.; TRAVASSOS, G. H. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v.21, n.2, p. 133-151, 2007.

BORGATTI, S.P.; FOSTER, P.C. The network paradigm in organizational research: a review and typology, **Journal of Management**, v. 29, n. 6, p. 991–1013, 2003.

BOUZON, M., GOVINDAN, K., RODRIGUEZ, C. M. T.; CAMPOS, L. M. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP, **Resources, Conservation and Recycling**, v. 108, n. 3, p. 182-197, 2016.

BRASS, D. J.; BUTTERFIELD, K.D.; SKAGGS, B. C. Relationships and unethical behavior: a social network perspective, **Academy of Management Review**, v. 23, n. 1, p. 14–31, 1998.

BRETTEL M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective. **International Journal of Information and Communication Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37–44, 2014.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. Londres: Unwin Hyman, 1989.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Instituto de Economia – Embrapa. 2014.

BURCH, M.; LOHMANN, S.; POMPE, D.; WEISKOPF, D. Prefix tag clouds, **International Conference on Information Visualisation**, London, UK, 2013.

CALLADO, A. A. C. **Agronegócio**. São Paulo, Atlas, 2009.

CEPEA. CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Relatório PIB Agro-Brasil**. ESALQ/USP. São Paulo. 2021. Disponível em:

<https://cepea.esalq.usp.br/br/analises-das-exportacoes-do-agronegocio.aspx>. Acesso em 07 ago. 2021.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Makron Books, 1996.

CHANDLER, D. A world without causation: big data and the coming of age of posthumanism. **Millennium: Journal of International Studies**, v. 43, n. 3, p. 833-851, 2015.

CHEN, C. L. Value creation by SMEs participating in global value chains under industry 4.0 trend: Case study of textile industry in Taiwan, **Journal of Global Information Technology Management**, v. 22, n. 2, p. 120-145, 2019.

CHENG, C. H.; LIN, Y. Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation, **European Journal of Operational Research**, v. 142, n. 1, p. 174-186, 2002.

CHIARELLO, F.; TRIVELLI, L.; BONACCORSI, A.; FANTONI, G. Extracting and mapping industry 4.0 technologies using wikipedia, **Computers in Industry**, v. 100, n. 9, p. 244–257, 2018.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR – CAPES. Interdisciplinaridade como desafio para o avanço da ciência e tecnologia. In: PHILIPPI JR, A. (org.) **Coordenação de área interdisciplinar: catálogo de programas de pós-graduação – mestrado e doutorado**. Brasília: CAInter/CAPES, 2008.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8° CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (CBGDP). Porto Alegre. 2011.

COOPER, H. **Synthesizing Research**. Thousand Oaks: Sage, 1998.

COOK, D.J.; MULROW, C. D.; HAYNES, R. B. Systematic reviews: synthesis of best evidence for clinical decisions. **Annals of Internal Medicine**, v. 126, n. 5, p. 376-380, 1997.

COSTA, C. **Indústria 4.0: O Futuro da Indústria Nacional**. São Paulo: IFSP, 2017.

COZMIUC, D.; PETRISOR, I. Industrie 4.0 by siemens: Steps made today, **Journal of Cases on Information Technology**, v. 20, n. 2, p. 30 – 48, 2018.

CULOT, G.; NASSIMBENI, G.; ORZES, G.; SARTOR, M. Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions, **International Journal of Production Economics**, v. 226, n.8, p. 107617, 2020.

CURTIS, B.; HEFLEY, W. E.; MILLER, S. A. People Capability Maturity Model (P-CMM), Pittsburgh: Software Engineering Institute, 2001.

DALENOGARE, L.S.; BENITEZ, G.B.; AYALA, N.F.; FRANK, A.G. The expected contribution of industry 4.0 technologies for industrial performance, **International Journal of Production Economics**, v. 204, n. 10, p. 383–394, 2018.

DAVIS J.; EDGARD T.; PORTER J.; BERNADEN J.; SARLI, M. Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. **Computers & Chemical Engineering**, v. 47, n.12, p. 145–156, 2012.

D'SOUZA, F.; COSTA, J.; PIRES, J. N. Development of a solution for adding a collaborative robot to an industrial AGV, **Industrial Robot: the international journal of robotics research and application**, v. 47, n. 5, p. 723 – 735, 2020.

ECONOMIST, T. **How Germany's otto uses artificial intelligence**: The firm is using an algorithm designed for the cern laboratory. Disponível em: <https://www.economist.com/business/2017/04/12/how-germanys-otto-uses-artificial-intelligence>. Acesso em: 24 apr. 2017.

EROL, S.; JAEGER, A.; HOLD, P.; OTT, K.; SIHN, W. Tangible industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. **Procedia CIRP**, v. 54, p. 13–18, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>.

ESMAEILIAN, B.; SARKIS, J.; LEWIS, K.; BEHDAD, S. Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0, **Resources, Conservation and Recycling**, v. 163, n. 7, p. 105064, 2020.

ETGES, N. J. Ciência, interdisciplinaridade e educação. In: JANTSCH, A.P.; BIANCHETTI, L. (org.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, p. 51-84, 1995.

FACCHINI, F.; OLEŚKÓW-SZŁAPKA, J.; RANIERI, L.; URBINATI, A. A maturity model for logistics 4.0: An empirical analysis and a roadmap for future research. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 1 – 18, 2020.

FAWCETT, S.; JIN, Y. H.; FAWCETT, A.; BERNARDES, E. Technological game changers: convergence, hype, and evolving supply chain design, **Production**, v.28, n.7, p. 1 – 17, 2018.

FLOSTRAND, A.; PITT, L.; BRIDSON, S. The Delphi technique in forecasting—A 42-year bibliographic analysis (1975–2017), **Technological Forecasting and Social Change**, v. 150, n. 01, p. 119773. 2020.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective, **International Journal of Operations & Production Management**. v. 22, n. 2, p. 152 – 194, 2002.

FOSTER, D.; WHITE, L.; ADAMS, J; ERDIL, D. C.; HYMAN, H.; KURKOVSKY. S. A; SAKR, M. e STOTT, L. Cloud computing: developing contemporary computer science curriculum for a cloud-first future. **Proceedings of the Proceedings Companion of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education**. v. 23, n.7, p. 130-145, 2018.

FOWLER, F. J. **Survey Research Methods**. Boston, SAGE, 2009.

FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies, **International Journal of Production Economics**, v. 210, n. 9, p. 15 – 26, 2019.

GAUCH JUNIOR, H. G. **Scientific Method in Practice**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

GÉRON. A. **Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems**. Editora O'Reilly Media, 2017.

GHADGE, A.; KARA, M. E.; MORADLOU, H.; GOSWAMI, M. The impact of industry 4.0 implementation on supply chains, **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 31, n. 4, p. 669–686, 2020.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GILCHRIST, A. **Introducing industry 4.0**. *Industry*, v. 40, p. 195–215, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2047-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2047-4_13).

GRANOVETTER, M. The strength of weak ties, **American of Journal Sociology**, v. 78, n. 6, p. 1360–1380, 1973.

GROSSETTI, M. Dynamiques des réseaux et des cercles. Encastremets et découplages, **Revue d' économie industrielle**, v. 103, n. 1, p. 43–38, 2003.

GÜLÇİN, B.; FETHULLAH, G. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. **Computers of Industry**. Elsevier. Istanbul, 2018.

HALEEM, A.; JAVAID, M.; RAB, S. Impact of additive manufacturing in different areas of industry 4.0, **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 37, n. 2, p. 239–251, 2020.

HALLER, S. The Things in the Internet of Things. **Proceedings of Internet of Things Conference 2010**, Tokyo, 2010.

HASSAN, M.; JINCAI, C.; IFTEKHAR, A.; CUI, X. Future of the Internet of Things Emerging with Blockchain and Smart Contracts, **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 11, n. 6, p. 631 – 635, 2020.

HERMANN, M.; T. PENTEK, T.; OTTO, B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. (Working Paper). Dortmund: Technische Universität, 2015.

HOMPEL, M.; KERNER, S. **Logistik 4.0: die Vision vom Internet der autonomen Dinge**. *Informatik-Spektrum*, v. 38, n. 3, p. 176-182, 2015.

HORVÁTH, D.; SZABÓ, R. Z. Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?, **Technological Forecasting and Social Change**, v. 146, n. 3, p. 119 – 132, 2019

HOULIHAN, J. B. International supply chain management. **International Journal of Physical Distribution and Materials Management**, v. 15, p. 22–39, 1985.

HOFFMANN, S.; CARVALHO, A. F. P.; ABELE, D.; SCHWEITZER, M.; TOLMIE, P.; WULF, V. Cyber-Physical Systems for Knowledge and Expertise Sharing in Manufacturing Contexts: Towards a Model Enabling Design, **Computer Supported Cooperative Work (CSCW)**, v. 28, n. 3-4, p. 469-509, 2019.

HUANG, S. H.; LIU, P.; MOKASDAR, A.; HOU, L. Additive manufacturing and its societal impact: A literature review. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.67, n.10 p. 1–13, 2013.

IBGE. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade: 2000-2060**. IBGE. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao\\_da\\_populacao/2013/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default.shtm)>. Acesso em: 21 jan. 2014.

JAPIASSU, H. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago. 1976.

KAI, Z.; TING, Q.; YANGHUA, P.; HAO, L.; CONGDONG, L.; HUANG, G. Q. Cell-level production-logistics synchronization for multi-variety and small-batch production: A step toward industry 4.0. Networking, sensing and control (ICNSC). In: **IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IEEE**, 14 ed., p. 419–424, 2017.

KENIS, P.; OERLEMANS, L. The social network perspective: understanding the structure of cooperation, **The Oxford Handbook of Interorganizational Relations**, p. 289–312, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/254799535\\_The\\_Social\\_Network\\_Perspective\\_Understanding\\_the\\_Structure\\_of\\_Cooperation](https://www.researchgate.net/publication/254799535_The_Social_Network_Perspective_Understanding_the_Structure_of_Cooperation). Acesso em: 21 set. 2021.

KHAN, P. W.; BYUN, Y. C.; PARK, N. IoT-Blockchain Enabled Optimized Provenance System for Food Industry 4.0 Using Advanced Deep Learning, **Sensors**, v. 20 n. 10, p. 1-24, 2020.

KNOKE, D.; YANG, S. **Social Network Analysis**, London: Sage Publications, 2008.

KIM, D. B.; WITHERELL, P.; LU, Y.; FENG, S. Toward a digital thread and data package for metals-additive manufacturing, **Smart and sustainable manufacturing systems**, v. 1, n. 1, p. 75 – 99, 2017.

KULYK, V.; SKODOVA, P. D. E-business development: the comparative study of the czech republic and the ukraine. **Deturope-the central European Journal of regional development and tourism**, v.9, n.1, p. 80-110, 2017.

KUMAR, A.; PAL, A.; VOHRA, A.; GUPTA, S.; MANCHANDA, S.; DASH, M. K. Construction of capital procurement decision making model to optimize supplier selection using Fuzzy Delphi and AHP-DEMATEL, **Benchmark International Journal**, v. 25, n. 5, p. 1528-1547, 2018.



KUO, B. Y. L.; HENTRICH, T.; GOOD, B.M.; WILKINSON, M.D. Tag clouds for summarizing web search results, **International World Wide Web Conference**, New York, USA, p. 1203–1204, 2007.

KUO, Y. F.; CHEN, P. C. Constructing performance appraisal indicators for mobility of the service industries using fuzzy Delphi method, **Expert Systems with Applications**, v. 5, n. 4, p. 1930-1939, 2008.

LASI, H.; KEMPER, H. G.; FETTKE, P.; FELD, T.; HOFFMAN, M. Industry 4.0. Business and information. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239–242, 2014.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H. A. A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems, **Manufacturing Letters**, v. 3, n. 1, p. 18–23, 2015.

LENOIR, Y. Didática e Interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. (org.). **Didática e Interdisciplinaridade**. 3ª ed. Campinas: Papirus, p. 48-75, 1998.

LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A system approach to conduct an effective literature review in support of information systems research. **Informing Science Journal**, v.9, p. 181-212, 2006.

LI, D. Perspective for smart factory in petrochemical industry, **Computers & Chemical Engineering**, v. 91, n.8, p. 136 – 148, 2016.

LI, L. H.; LAI, C. Y.; KUO, F. H.; CHAI, P. Y. Predictive Maintenance of Vertical Lift Storage Motor Based on Machine Learning, **International Journal of Applied Science and Engineering**, v.16, n. 2, p. 109 – 118, 2019.

MAKRIS, D.; HANSEN, Z. N. L.; KHAN, O. Adapting to supply chain 4.0: an explorative study of multinational companies, **Supply Chain Forum: An International Journal**, v. 20, n. 2, p. 116-131, 2019.

MALHOTRA, M. K. GROVER, V. An assessment of survey research in POM: from constructs to theory, **Journal of Operations Management**, v. 16, n. 4, p. 407-425, 1998.

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

MANAVALAN, E.; JAYAKRISHNA, K. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. **Journal of Computers & Industrial Engineering**, v. 127, n. 11, p. 925-953, 2019.

MARDANI, A.; JUSOH, A.; ZAVADSKAS, E. K. Fuzzy multiple criteria decision-making techniques and applications—two decades review from 1994 to 2014. **Expert Syst Applications**, v. 42, n.5, p. 4126–4148., 2015.

MARMOLEJO-SAUCEDO, J.; HARTMANN, S. Trends in digitization of the supply chain: A brief literature review, **EAI Endorsed Transactions on Energy Web**, v. 7, n. 29, p. 1 – 7, 2020.

MARTÍN-GÓMEZ, A.; AGUAYO-GONZÁLEZ, F.; LUQUE, A. A holonic framework for managing the sustainable supply chain in emerging economies with smart connected metabolism, **Resources, Conservation and Recycling**, v. 141, n. 11, p. 219 – 232, 2019.

MASLARIC, M.; NIKOLIČIĆ, S.; MIRČETIĆ, D. **Logistics Response to the Industry 4.0: the Physical Internet**. Gruyter. Novi Sad, Serbia, p. 511-517, 2016.

MASTOS, T. D.; NIZAMIS, A.; VAFEIADIS, T.; ALEXOPOULOS, N.; NTINAS, C.; GKORTZIS, D.; TZOVARAS, D. Industry 4.0 sustainable supply chains: An application of an IoT enabled scrap metal management solution, **Journal of Cleaner Production**, v. 269, p. 122377, 2020.

MENTZER, J. T.; Dewitt, W.; KEEBLER, J. S.; MIN, S.; NIX, N. W.; SMITH, C. D.; ZACHARIAH, Z. G. Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1–25, 2001.

MILGRAM, P.; TAKEMURA, H.; UTSUMI, A.; KISHINO, F. Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Proceedings of Telem manipulator and Telepresence Technologies, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/12.197321>. Acesso em: 21 set. 2021.

MILWARD, H.B.; PROVAN, K. Measuring network structure, **Public Administration**, v. 76, n. 2, p. 387–407, 2002.

MITTAL, S.; KHAN, M.A.; ROMERO, D.; WUEST, T. A critical review of smart manufacturing & industry 4.0 maturity models: implications for small and medium-sized enterprises (SMEs), **Journal of Manufacturing Systems**, v. 49, n. 10, p. 194–214, 2018.

MOSTAFA, N.; HAMDY, W.; ALAWADY, H. Impacts of Internet of Things on supply chains: A framework for warehousing, **Social sciences**, v. 8, n. 3, p. 84, 2019.

MÜLLER, J. M.; VEILE, J. W.; VOIGT, K. I. Prerequisites and incentives for digital information sharing in Industry 4.0—An international comparison across data types, **Computers & Industrial Engineering**, v. 148, n.8, p. 106733, 2020.

MULROW, C. D. Systematic reviews rationale for systematic reviews. **British Medical Journal**, v. 309, p. 597–599, 1994.

NELSON, R. O uso da Análise de Redes Sociais no estudo das estruturas organizacionais. **Revista de Administração de Empresas**, v. 24, n. 4, p. 150–157, 1984.

NEVES, M. F.; ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, E. M. **Agronegócio do Brasil**. São Paulo, Saraiva, 2005.

NISHIOKA, Y.; HORIMIZU, O.; CHINO, S.; SALECK, A. H.; USLÄNDER, T. Design of an ecosystem platform for manufacturing operations using loosely defined standards, **Automatisierungstechnik**, v. 64, n. 9, p. 718 – 728, 2016.

NOORI, A.; BONAKDARI, H.; MOROVATI, K.; GHARABAGHI, B. Development of optimal water supply plan using integrated fuzzy Delphi and fuzzy ELECTRE III methods –

case study of the Gamasiab basin. *Expert Systems*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/exsy.12568>. Acesso em: 25 out. 2021

OH, A. S. Designing smart supplier chain management model under big data and internet of things environment, **International Journal of Recent Technology and Engineering**, v. 8, n. 2, p. 290 – 294, 2019.

OLIVER, R. K.; WEBER, M. D. **Supply-chain management: Logistics catches up with strategy**. In: M. L. CHRISTOPHER (Ed.), *Logistics: The strategic issues*, p. 63–75. London: Chapman & Hall, 1982.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. São Paulo. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 07 ago. 2021.

PANG, Z.; CHEN, Q.; HAN, W.; ZHENG, L. Value-centric design of the internet-of-things solution for food supply chain: Value creation, sensor portfolio and information fusion, **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 2, p. 289 – 319, 2015.

PARKHE, A., WASSERMAN, S.; RALSTON, D. A. New frontiers in network theory development, **Academy of Management Review**, v. 31, n. 3, p. 560–568, 2006.

PFOHL, H. C.; YAHSI, B.; KURNAZ, T. The Impact of Industry 4.0 On the Supply Chain. In: *Innovations and Strategies for Logistics and Supply Chains*, edited by KRESTEN, W., T. BLECKER, and M. RINGLE, v. 20, 31. **Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)**. Hamburg : epubli., 2015.

PORTER, M.E.; HEPPELMANN, J. E. How smart, connected products are transforming competition, **Harvard Business Review**, v. 92, n. 11, p. 64–88, 2014.

PRAUSE, G. Sustainable business models and structures for Industry 4.0, **Journal of Security & Sustainability Issues**, v. 5, n. 2, p. 159 – 169, 2015.

QIN, J.; LIU, Y.; GROSVENOR, R. **A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond**. *Procedia Cirp*, v. 52, p. 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.proci.2016.08.005>. 2016.

RAMPASSO, I. S.; QUELHAS, O. L.G.; ANHOLON, R.; SILVA, D. A. L.; PONTES, A. T.; MIRANDA, J. D. A.; DIAS, J. O. The Bioeconomy in emerging economies: a study of the critical success factors based on Life Cycle Assessment and Delphi and Fuzzy-Delphi methods. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.26, p. 1254–1266 . 2021.

REIS, M. S. Multiscale and multi-granularity process analytics: A review, **Processes**, v. 7, n. 2, p. 1 – 21, 2019.

RICHARDS, G. **Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse**, London: Kogan Page Publishers, 2017.

ROCHA, A. S.; COUTO, V. A. **Entraves ao agronegócio brasileiro em 2002**. Bahia: Análise e Dados, 2002.

RODRIGUEZ, G. G.; CAVA, G. G., PÉRES, J. M. M.; ALBINO, J. An intelligent decision support system for production planning based on machine learning. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, n. 4, p. 1257-1273, 2020.

ROQUE JR., L. C.; FREDERICO, G. F.; COSTA, M. L. N. Supply chain management maturity and complexity: findings from a case study at a health biotechnology company in Brazil, **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 33, n. 1, p. 1-25, 2019.

SANTOS, P. R. **Indústria 4.0: sistemas inteligentes para manufatura do futuro**, Santa Catarina: Revista Ferramental, 2018.

SHALEV-SCHWARTZ, S.; BEN-DAVID, S. **Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

SCHLECHTENDAHL, J.; KEINERT, M.; KRETSCHMER, F.; LECHLER, A.; VERL, A. Making existing production systems industry 4.0-ready: Holistic approach to the integration of existing production systems in industry 4.0 environments. **Production Engineering**, v. 9, n. 1, p. 143–148, 2014.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo. Edipro, 2016.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: Portal, p. 138, 2005.

SHAMIM, S.; CANG, S.; YU, H.; LI, Y. Examining the feasibilities of Industry 4.0 for the hospitality sector with the lens of management practice, **Energies**, v. 10, n. 4, p. 499, 2017.

SINGH, P. K.; SARKAR, P. A framework based on fuzzy Delphi and DEMATEL for sustainable product development: A case of Indian automotive industry. **Journal of Cleaner Production**, n. 10, p. 246-118991, 2020.

STACHOWIAK, A.; OLÉSKÓW-SZŁAPKA, J. Agility capability maturity framework, in *Procedia Manufacturing 2017, Proceedings of International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing in Columbus, USA*, Elsevier, Amsterdam, p. 603-610, 2018.

STEFANO, N. M.; FILHO, N. C.; DUARTE, M. C. F. Proposta de um instrumento de pesquisa para avaliar a gestão de periódicos científicos. Utilizando o método Fuzzy Delphi. **Iberoamerican Journal of Project Management (IJoPM)**, 2014.

SUTAWIJAYA, A. H.; NAWANGSARI, L. C. What is the impact of industry 4.0 to Green Supply Chain?, **Journal of Environmental Treatment Techniques**, v. 8, n. 1, p. 207 – 213, 2020.

SZOZDA, N. Industry 4.0 and its impact on the functioning of supply chains. **LogForum**, v. 13, n. 4, p. 401–414, 2017.

TALHI, E.; HUET, J. C.; FORTINEAU, V.; LAMOURI, S. A methodology for cloud manufacturing architecture in the context of Industry 4.0, **Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences**, v. 68, n. 2, p. 271 – 284, 2020.

TAMY, S.; BELHADAoui, H.; RABBAH, N.; RIFI, M. Cyber security based machine learning algorithms applied to industry 4.0 application case: Development of network intrusion detection system using hybrid method, **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**, v. 98, n. 12, p. 2078 – 2091, 2020.

TOMAEL, M. I., MARTELETO, R. M. Redes sociais de dois modos: aspectos conceituais, **TransInformação**, v. 25, n. 3, p. 245–253, 2013.

TOZANLI, Ö.; KONGAR, E.; GUPTA, S. M. Evaluation of Waste Electronic Product Trade-in Strategies in Predictive Twin Disassembly Systems in the Era of Blockchain, **Sustainability**, v. 12, n. 13, p. 5416, 2020.

TRAPPEY, A. J. C.; TRAPPEY, C.; FAN, C. Y.; HSU, A. P. T.; LI, X. K.; LEE, I. J. Y. IoT patent roadmap for smart logistic service provision in the context of industry 4.0, **Journal of the Chinese Institute of Engineers**, v. 40, n. 1, p. 593–602, 2017.

TRIPATHI, S.; GUPTA, M. Transforming towards a smarter supply chain, **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 36, n. 3, p. 319–342, 2020.

VAFADARNIKJOO, A.; MISHRA, N.; GOVINDAN, K.; CHALVATZIS, K. Assessment of consumers' motivations to purchase a remanufactured product by applying fuzzy delphi method and single valued neutrosophic sets, **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 230-244, 2018.

VARGHESE, A.; TANDUR, D. Wireless requirements and challenges in industry 4.0, **International Conference on Contemporary Computing and Informatics**, p. 634–638, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014.

VIEGAS, F. B.; WATTENBERG, M., HAM, F.; KRIS, J.; MCKEON, M. ManyEyes: a site for visualization at internet scale, **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 13, n. 6, p. 1121–1128, 2007.

VOGEL-HEUSER, B.; HESS, D. Guest Editorial Industry 4.0–Prerequisites and Visions. **IEEE Transactions on Automation Science and Engineering**, v. 13, n. 2, p. 411-413, 2016.

VOLPATO, N.; AHRENS, C. H.; FERREIRA, C. V.; PETRUSH, G.; CARVALHO, J.; SANTOS, J. R. L.; SILVA, J. V. L. Prototipagem rápida - tecnologias e aplicações. São Paulo: Edgar Blücher, 2007.

XIE, Y.; YIN, Y.; XUE, W.; SHI, H.; CHONG, D. Intelligent supply chain performance measurement in Industry 4.0, **Systems Research and Behavioral Science**, v. 37, n. 4, p. 711 – 718, 2020.

YIN, R. K. **Case Study Research: Design and Methods**. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc., 2014.

YLI-HUUMO, J.; KO, D.; CHOI, S.; PARK, S.; SMOLANDER, K. Where is current research on Blockchain technology?—a systematic review. **PLoS ONE**, v. 11, n. 10, p. 0163477, 2016.

YU, Y.; HUO, B. Supply chain quality integration: relational antecedents and operational consequences, **Supply Chain Management: An International Journal**, v.23, n.3, p. 188-206, 2018.

ZIKOPOULOS, P; DE ROOS, D; PARASURAMAN, K; DEUTSCH, T; GILES, J; CORRIGAN, D. Harness the power of Big Data- The IBM Big Data Platform. Emeryville: McGraw-Hill Osborne Media, 2012.

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review, **MIS Quarterly & The Society for Information Management**, v.26, n. 2, p. 13 – 23, 2002.

WENDLER, R. **The maturity of maturity model research**: A systematic mapping study. *Information and Software Technology*, v.54, n. 12, p. 1317–1339, 2012.

WEKING, J.; STÖCKER, M.; KOWALKIEWICZ, M.; BÖHM, M.; KRČMAR, H. Leveraging industry 4.0—A business model pattern framework, **International Journal of Production Economics**, Vol. 225 No. 9, p. 107588, 2020.

WILLNER, O.; GOSLING, J.; SCHÖNSLEBEN, P. Establishing a maturity model for design automation in sales-delivery processes of ETO products. **Computers in Industry**, v. 82, p. 57–68, 2016.

## APÊNDICE A – FORMULÁRIO APLICADO AOS ESPECIALISTAS

### Tecnologias 4.0 em Cadeias de Suprimentos (Supply Chain) voltadas para agroindústria

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar desta pesquisa que tem como objetivo identificar a percepção de especialistas na área, sobre aplicações e benefícios das tecnologias da Supply Chain 4.0 (SC 4.0) para a agroindústria.

Esta pesquisa está vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento, localizado na Faculdade de Ciências e Engenharia (FCE) da UNESP, Câmpus de Tupã.

Para tanto, foi realizado um mapeamento em pesquisas acadêmicas sobre as tecnologias da Indústria 4.0 na área da Supply Chain (SC). Deste modo, identificou as tecnologias utilizadas, as aplicações, seus benefícios e representatividade das aplicações na agroindústria.

Ao final do questionário será possível informar seu e-mail caso desejar receber os resultados desta pesquisa.

Asseguramos a proteção de dados, o anonimato do respondente e garantimos que a divulgação das informações obtidas se dará apenas por meio de veículos científicos.

Desde já, agradecemos a atenção.


Estamos à disposição para esclarecer qualquer dúvida:  
- Bruno Gameiro: [bruno.gameiro@unesp.br](mailto:bruno.gameiro@unesp.br) - (14) 98158-1138;  
- Prof. Dr. Eduardo Satolo: [eduardo.satolo@unesp.br](mailto:eduardo.satolo@unesp.br) - (14) 3404-4249.  
Ambos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Tupã.

**\*Obrigatório**

Ao aceitar o convite para participar dessa pesquisa, compreendemos que você concorda com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.), o qual seu conteúdo pode ser acessado pelo link: [https://bit.ly/TCLE\\_SC40](https://bit.ly/TCLE_SC40) \*

Sim, estou de acordo.

Não estou de acordo.

[Próxima](#)  Página 1 de 16

## Perfil do Respondente

Objetivo: conhecer o seu perfil.

Qual seu maior nível de formação? \*

- Técnico
- Tecnólogo
- Graduado
- Pós-graduado
- Mestre
- Doutor
- Outro: \_\_\_\_\_

Qual área você atua? \*

- Acadêmica
- Consultoria
- Empresa
- Outro: \_\_\_\_\_

Qual é seu curso (área) de formação? \*

0 pontos

Sua resposta \_\_\_\_\_

Qual segmento atua hoje? \*

0 pontos

Sua resposta \_\_\_\_\_

Qual área de atuação ou linha de pesquisa? \*

0 pontos

Sua resposta \_\_\_\_\_

Quantos anos tem de experiência profissional? \*

- até 5 anos;
- entre 6 e 10 anos;
- entre 11 e 15 anos;
- mais do que 16 anos.

Voltar

Próxima

Página 2 de 16



Iniciando o Questionário: referente a Aplicação das tecnologias 4.0 no Supply Chain (SC 4.0) voltadas a agroindústria.

Para cada tecnologia são apresentadas um conjunto de Aplicações e de Benefícios, que foram extraídos da literatura e da observação prática do pesquisador.

Pede-se a você que seja associado a cada afirmativa, o que melhor reflete sua percepção (se concorda ou discorda).

Ao final de cada conjunto de aplicações e de benefícios há questões abertas (não obrigatórias), caso deseje realizar observações.

Primeira tecnologia: AGV (Veículo Guiado Automaticamente).

**AGV (Veículo Guiado Automaticamente)**

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia AGV no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

Para cada APLICAÇÃO da tecnologia, indicar a concordância de seu uso junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria.

**APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \***

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
A movimentação de materiais de forma autônoma dentro da empresa é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A distribuição de produto para clientes de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O recebimento de materiais de forma autônoma vindo de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A armazenagem de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

A separação de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O abastecimento de materiais de forma autônoma em posto de trabalho é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia AGV voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Há automatização na operação de movimentação de materiais no abastecimento e separação com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há aumento da segurança das pessoas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há aumento de segurança no trânsito com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há redução no fluxo do trânsito com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há melhora na qualidade e na performance de processos logísticos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há redução de custo logístico com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há redução de emissão de poluentes e melhora na sustentabilidade ambiental com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia AGV voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia AGV, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 3 de 16

## Robô/Automação

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Robô/Automação no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
O uso de equipamento ou dispositivo para realizar a separação de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

O uso de equipamento ou dispositivo para realizar a movimentação ou abastecimento de materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.

O uso de equipamento ou dispositivo para realizar entregas de produtos e cargas de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.

O uso de equipamento ou dispositivo para armazenar materiais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.

O uso de equipamento ou dispositivo para fabricar ou processar algum material de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.

O uso de equipamento ou dispositivo para automatizar processos é aplicável para o setor de agroindústria.

O uso de equipamento ou dispositivo para realizar atividades operacionais de forma autônoma é aplicável para o setor de agroindústria.

Há alguma aplicação da tecnologia Robô/Automação voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Há aumento na produtividade e agilidade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há aumento na segurança com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há redução de custo com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há melhora na qualidade de atividades com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
É uma alternativa para a escassez de mão de obra com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia Robô/Automação voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

Sobre a tecnologia Robô/Automação, algum comentário complementar?

Sua resposta

[Voltar](#)

[Próxima](#)

Página 4 de 16

## RFID

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia RFID no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
O uso de sensores em máquinas é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O uso de sensores em processos fabris é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O uso de sensores em processos de entrega de produtos e cargas junto a Transportadora é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O uso de sensores em processos de armazenagem e movimentação de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia RFID voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a entrega de produtos e cargas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a movimentação de materiais e proporciona segurança com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita coletar dados e gerenciar parâmetros relativos a máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a níveis de estoque e movimentar materiais de forma rápida e com acuracidade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita rastrear e monitorar online dados relativos a embalagens com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há redução de custo de mão de obra com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumenta a velocidade de troca de dados e tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Há melhora na segurança dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia RFID voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia RFID, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 5 de 16

## Realidade aumentada

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Realidade aumentada no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
A simulação virtual de atividades operacionais é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



A simulação virtual de atividade de manufatura ou set-up de máquina por meio de um óculos é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A simulação virtual de atividade de armazenagem ou separação de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A simulação virtual de atividade de movimentação de materiais ou abastecimento é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A simulação virtual de atividade logística e entrega de produto ou carga é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia Realidade aumentada voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Fornecer informação em tempo real de como precisa ser realizado alguma atividade com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Melhora a tomada de decisão e qualidade dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proporciona suporte em treinamentos, facilitando como é o passo a passo das operações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compartilha aos operadores de máquinas de como precisa ser realizado um set-up ou atividade produtiva com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Compartilha aos almoxarifes de como precisa ser realizado a movimentação de materiais ou armazenagem ou abastecimento ou inventário de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia Realidade aumentada voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia Realidade aumentada, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 6 de 16

### Manufatura aditiva (impressão 3D)

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Manufatura aditiva (impressão 3D) no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

#### APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
A produção de componentes ou peças individuais é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prototipar ou desenvolver novos produtos é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia Manufatura aditiva voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Reduz nível de estoque com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumenta a customização com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agiliza o tempo de atendimento no processo de pós-venda com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reduz custo de desenvolvimento de produto e/ou de protótipo com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Reduz custo com frete logístico ou índices de poluentes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Há algum benefício da tecnologia Manufatura aditiva voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia Manufatura aditiva, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 7 de 16

## Machine learning

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Machine Learning no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

### APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
O desenvolvimento de algoritmo em sistemas é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia Machine learning voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Melhora a segurança dos dados, ajuda a detectar intrusão ou ataques ou anomalias na rede com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora o entendimento e o aprendizado do comportamento dos dados na área de suprimentos, podendo auxiliar na tomada de decisões com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora a acuracidade de previsões e tendências de demandas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora a performance nas operações ou reduz o tempo de inatividade não planejado de máquina com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aumenta a produtividade de máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reduz os custos de manutenção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia Machine learning voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Sobre a tecnologia Machine learning, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

Voltar

Próxima

Página 8 de 16

## Blockchain

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Blockchain no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

### APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
O compartilhamento de dados em uma rede é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O rastreamento de dados é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia Blockchain voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Aumenta a segurança dos dados/informação com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Contribui para garantir a transparência dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Contribui para garantir a imutabilidade dos dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Há algum benefício da tecnologia Blockchain voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia Blockchain, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 9 de 16

## IA (Inteligência Artificial)

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia IA no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

### APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Realizar interface entre usuário e sistema é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizar a interface na área fabril é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Realizar a interface na cadeia de suprimentos é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizar a interface entre a minha empresa e a de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizar a interface entre a minha empresa e a de Transportadoras é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizar a interface entre a minha empresa e de agentes de carga nos processos de importação ou exportação é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realizar a interface entre cliente e sistema de tecnologia no atendimento de pós-venda é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia IA voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Proporciona automatizar o atendimento com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Proporciona automatizar a tomada decisões com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entende o comportamento do usuário com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora a gestão relativo ao processo de produção de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora a gestão relativo ao processo de estoque (armazenagem ou movimentação) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhora a gestão relativo ao processo de planejamento ou aquisição de materiais com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia IA voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia IA, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 10 de 16

### Digital twin (gêmeo digital ou Simulação digital)

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Digital twin no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

#### APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Replicar o ambiente real de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Replicar o ambiente real relativo ao processo operacional de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Replicar o ambiente real relativo ao processo de armazenagem de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Replicar o ambiente real relativo ao processo de movimentação de materiais da empresa de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Replicar o ambiente real relativo ao processo de carregamento de materiais de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Replicar o ambiente real relativo ao processo logístico (inbound ou outbound) de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Replicar o ambiente real relativo ao processo de planejamento da demanda de produtos de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Replicar o ambiente real relativo ao processo de aquisição de materiais ou de negociação de forma digital é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

---

Há alguma aplicação da tecnologia Digital twin voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Simula e analisa dados de desempenho dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de produção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de planejamento de materiais ou níveis de estoque com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de movimentação de materiais na empresa (abastecimento ou armazenagem ou recebimento) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de entrega de produtos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Antecipa possíveis correções e atua proativamente nos processos de atendimento de produtos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.

Há algum benefício da tecnologia Digital twin voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

Sobre a tecnologia Digital twin, algum comentário complementar?

Sua resposta

[Voltar](#)

[Próxima](#)

Página 11 de 16

### CPS (Cyber-Physical Systems ou Sistemas físico-cibernético)

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia CPS no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

#### APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
O desenvolvimento e a implementação de sistemas computacionais é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conectar sensores e dispositivos é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O desenvolvimento de plataforma para possibilitar troca de dados entre pessoas e empresas é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia CPS voltada ao SC 4.0 no agronegócio que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Possibilita monitorar processos relativos a produção com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita monitorar processos relativos a suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realiza serviços de suporte (treinamento de pessoas ou assistência técnica) com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proporciona o compartilhamento de dados e informações em tempo real/digital com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proporciona a conexão entre pessoas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proporciona a interação entre empresas, para troca de dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Proporciona a simulação do ambiente real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proporciona segurança do sistema/rede de dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia CPS voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

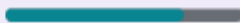
Sobre a tecnologia CPS, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 12 de 16

### Cloud computing (computação em nuvem)

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Cloud computing no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

#### APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Armazenar dados relativos aos processos de transporte e atendimento é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Armazenar dados relativos aos processos de estoque e logística interna na empresa é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Armazenar dados relativos aos preços ideais de aquisição de produtos é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Armazenar dados relativos aos processos da cadeia de suprimentos é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Armazenar dados relativos ao processos de previsão da demanda é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Armazenar dados relativos ao processo de transporte e entrega de materiais/cargas é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Armazenar dados em um provedor de servidor de internet é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia Cloud computing voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Possibilita acessar em tempo real os dados de transporte e entrega de cargas aos clientes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Possibilita acessar em tempo real os dados de rastreo de cargas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita acessar em tempo real os dados de pedidos de compras de itens comprados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proporciona analisar em tempo real o desempenho de processos de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Conecta diferentes atores (empresa) da cadeia de suprimentos e compartilha informações com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita acessar e recuperar dados por meio de acesso remoto com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dispensa o uso de dispositivos para armazenar dados com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia Cloud computing voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?


Sua resposta

Sobre a tecnologia Cloud computing, algum comentário complementar?

Sua resposta

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 13 de 16

## IoT (Internet das coisas)

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia IoT no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \*

Concordo totalmente

Concordo

Indiferente

Discordo

Discordo totalmente

<p>O compartilhamento de dados de forma digital relativo ao processo operacional e de máquinas é aplicável para o setor de agroindústria.</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p>O compartilhamento de dados de forma digital entre objetos físicos/sensores, sistema e pessoas é aplicável para o setor de agroindústria.</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p>O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p>O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e a de parceiros é aplicável para o setor de agroindústria.</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p>O compartilhamento de dados de forma digital entre minha empresa e a de clientes é aplicável para o setor de agroindústria.</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<p>O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de estoque ou armazenagem é aplicável para o setor de agroindústria.</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de movimentação de materiais e abastecimento é aplicável para o setor de agroindústria.

O compartilhamento de dados de forma digital relativo aos processos de planejamento de materiais e pedidos de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.

Há alguma aplicação da tecnologia IoT voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Monitora em tempo real os dados relativos a linha de produção ou das máquinas com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otimiza o uso dos recursos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reduz custo dos processos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Monitora em tempo real os dados relativos planejamento de materiais e níveis de estoque com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitora em tempo real os dados relativos a entregas e rota de transporte com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitora em tempo real os dados relativos a planejamento da previsão da demanda com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra empresa e fornecedores com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra empresa e fornecedores com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra empresa e parceiros com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Integra empresa e clientes com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Possibilita rastrear e localizar veículos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possibilita rastrear dados ou produtos ao longo da cadeia de suprimentos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Corrige problemas remotamente com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Permite que as "coisas" se comuniquem, controlem, tomem decisões e realizem ações de forma independente (autônoma) com base nas informações, tudo em tempo real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia IoT voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia IoT, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 14 de 16

**Big Data (ou big data analytics)**

Esta seção abordará sobre Aplicações e Benefícios da tecnologia Big Data no contexto da SC 4.0 aplicada a agroindústria.

**APLICAÇÃO da tecnologia na SC 4.0: \***

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e a Transportadoras é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e os Fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa e os Clientes é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande relativos a minha empresa, fornecedores e clientes é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande relativos aos processos industriais é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Processar e analisar um volume dados grande relativos ao armazém/estoque de fornecedores é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande relativos ao armazém, movimentações de materiais e estoque é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande relativos aos processos de recebimento ou carregamento ou distribuição de materiais é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processar e analisar um volume dados grande ao longo da cadeia de suprimentos (desde empresa, fornecedor, transportadora, revendas e clientes) é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rastrear o comportamento de clientes é aplicável para o setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há alguma aplicação da tecnologia Big Data voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---



Para cada BENEFÍCIO advindo da tecnologia, indicar a concordância junto a SC 4.0 aplicada a agroindústria. \*

	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Aumenta a velocidade de informação com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Proporciona comunicação em tempo real com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atualiza rapidamente as alterações de pedido de produtos com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Apoia a tomada de decisão com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Processa e analisa dados de forma mais rápida com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Monitora dados, informações e indicadores de forma rápida com o uso desta tecnologia no setor de agroindústria.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Há algum benefício da tecnologia Big Data voltada ao SC 4.0 na agroindústria que deseje adicionar?

Sua resposta

---


Sobre a tecnologia Big Data, algum comentário complementar?

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Próxima](#)

 Página 15 de 16

**Finalizado! Agradecimento.**

Muito obrigado pela disponibilidade em participar da pesquisa e contribuir para o desenvolvimento do conhecimento.

Deseja receber os dados da pesquisa?

Sim

Não

Informe seu e-mail para entrarmos em contato, caso deseje receber os dados da pesquisa.

Sua resposta

---


Caso tenha interesse em indicar alguém para participar da pesquisa e responder o Questionário, por gentileza informe o contato.

Sua resposta

---

[Voltar](#)

[Enviar](#)

 Página 16 de 16

**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
(T.C.L.E.)**

**Título da pesquisa:** Definição dos qualificadores que avaliam o grau de maturidade do *Supply Chain* 4.0 para agroindústrias brasileiras.

**Pesquisador:** Bruno da Costa Ferreira Gameiro (mestrando).

**Orientador pesquisador:** Dr. Eduardo Guilherme Satolo (professor).

**Instituição:** Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

**Programa:** Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento.

**1. Natureza da pesquisa:** este estudo se destina a levantar a opinião de especialistas na área, sobre aplicações e benefícios do emprego das tecnologias da *Supply Chain* 4.0 (SC 4) para o agronegócio.

**2. Importância desta pesquisa:** compreender a opinião dos especialistas, para depois confrontar com as informações obtidas em trabalhos acadêmicos (por meio da revisão sistemática da literatura - RBS), conseqüentemente, ser possível aplicar métodos estatísticos para validar a percepção dos especialistas quanto ao impacto das aplicações e benefícios do emprego das tecnologias da SC 4 no agronegócio.

**3. Tempo de desenvolvimento da pesquisa:** início em julho/2021 e término em agosto/2021.

**4. Tipo de estudo:** Formulário com especialistas (pesquisadores, profissionais de indústria e consultores).

**5. Etapas da coleta de dados:** para a coleta de dados será aplicado um formulário com especialistas da área de estudo.

**6. Riscos e desconfortos:** Ao participar desta pesquisa o Sr(a). concorda que esta não gera riscos e desconfortos.

**7. Dados e informações:** todos os dados colhidos e observados nesta pesquisa são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o orientador terão conhecimento dos dados.

**8. Publicação dos dados:** informações de identificação da pessoa (e-mail ou perfil do respondente, entre outros) não serão divulgados na pesquisa. Para tanto, serão utilizados dados da resposta das tecnologias apenas e para fins exclusivamente acadêmicos.

**9. Pagamento:** o Sr(a). não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será remunerada a participação.

**10. Benefícios:** esperamos que estudo possibilite trazer informações importantes sobre as aplicações e benefícios das tecnologias da Indústria 4.0 na área de SC em agroindústria brasileiras, onde o pesquisador na divulgação da pesquisa se compromete a avisar o respondente para que este possa ter acesso.

Finalmente, tendo eu recebido efetuado uma cópia deste termo (download), compreendo perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.