

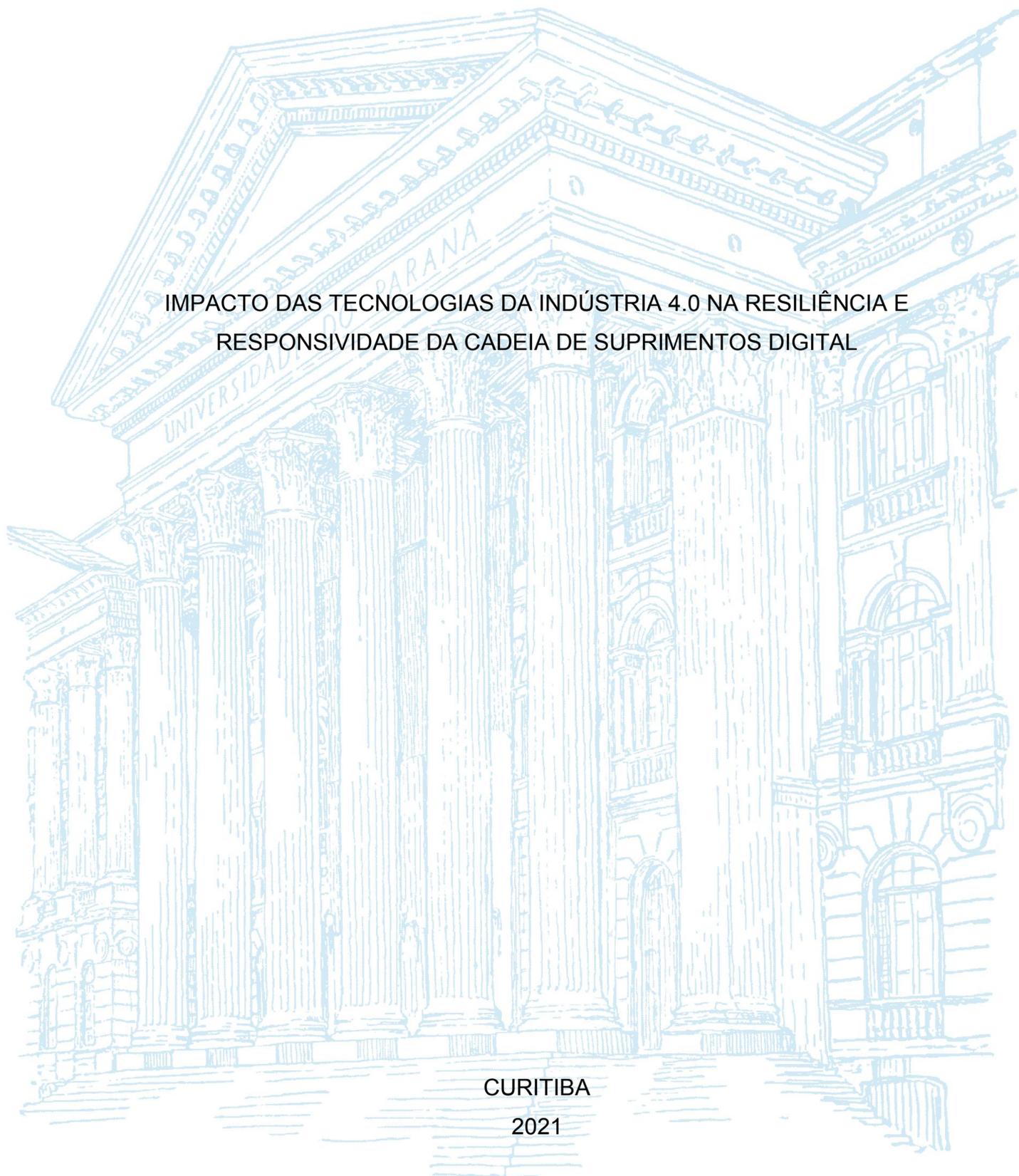
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANILO INÁCIO

IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA RESILIÊNCIA E
RESPONSIVIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

CURITIBA

2021



DANILO INÁCIO

IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA RESILIÊNCIA E
RESPONSIVIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Robson Seleme

CURITIBA

2021

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

I35i Inácio, Danilo
Impacto das tecnologias da indústria 4.0 na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos digital [recurso eletrônico] / Danilo Inácio. – Curitiba, 2021.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2021.

Orientador: Robson Seleme.

1. Cadeia de suprimentos, logística e gestão de operações. 2. Tecnologia. I. Universidade Federal do Paraná. II. Seleme, Robson. III. Título.

CDD: 658.5

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928



TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE PRODUÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **DANILO INÁCIO** intitulada: **IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA RESILIÊNCIA E RESPONSABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL**, sob orientação do Prof. Dr. ROBSON SELEME, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Maio de 2021.

Assinatura Eletrônica

31/05/2021 14:03:49.0

ROBSON SELEME

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

31/05/2021 14:18:04.0

IZABEL CRISTINA ZATTAR

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

31/05/2021 13:58:14.0

FERNANDO DESCHAMPS

Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

02/06/2021 11:30:37.0

ARINEI CARLOS LINDBECK DA SILVA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

RESUMO

Na era da quarta revolução industrial, as tecnologias digitais têm mudado a maneira das organizações realizarem suas atividades para alcançar seus objetivos e aumentar competitividade, tem como aliado a digitalização da cadeia de suprimentos (CS), que tem se tornado cada vez mais importante na busca por melhor eficiência e produtividade. No entanto, mesmo com a globalização e a frequente aplicação da produção enxuta, as CS continuam vulneráveis, com risco de ruptura, demandando assim, um maior nível de resiliência e responsividade para adaptar-se e desenvolver-se em períodos turbulentos. O desafio atual consiste em gerenciar e mitigar tais riscos, de forma a criar CS mais resilientes e responsivas. Diante disso, buscou-se compreender como as tecnologias da atual indústria 4.0 impactam na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos digital (CSD). Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar o impacto das novas tecnologias na resiliência e responsividade das CSD. Os métodos adotados para atingirem os objetivos consistiram na realização da revisão sistemática da literatura, que permitiu definir conceitos e encontrar informações relacionados aos temas abordados nesta pesquisa e identificar os fatores que tornam as CS resilientes e responsivas. Para validação dos resultados encontrados na literatura foi realizado o estudo de múltiplos casos realizados por meio da aplicação de entrevistas semiestruturadas com foco em verificar na prática quais tecnologias digitais estão sendo utilizadas nas organizações. A pesquisa obteve como resultado as definições, tecnologias, fatores e práticas que denotam a resiliência e responsividade em CSD, na qual descreve a relação entre as práticas que beneficiam a resiliência e a responsividade nas CS e a utilização das tecnologias digitais, os destaques deste processo estão na utilização de *big data*, *IoT*, computação em nuvem e da simulação. Com a realização do estudo de múltiplos casos validou-se a importância da utilização das novas tecnologias digitais para que as CS se tornem mais resilientes e responsivas; validou-se os fatores que trazem benefícios relacionados a resiliência, responsividade e CSD; estas foram obtidas comparando-se as definições encontradas na literatura, com o conhecimento dos especialistas extraídos das respostas dos *survey* específico utilizado como base para as entrevistas. No estudo de múltiplos casos também foi possível verificar aplicações das novas tecnologias digitais no cenário nacional, ainda inexplorado e, verificar que os operadores logísticos do Brasil estão buscando desenvolver uma capacidade de resposta rápida em suas CS, implementando e dimensionando soluções digitais que, apesar dos investimentos e aplicações limitadas, apontam impacto direto em suas operações, resultando em melhorias para desenvolver adaptabilidade, agilidade e capacidade de resposta em tempo real, obtendo flexibilidade para atender as necessidades dos clientes de forma rápida e com visibilidade em todo processo.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos digital. Cadeia de Suprimentos Inteligente. Resiliência. Responsividade. Gerenciamento de risco. Gestão da Cadeia de Suprimentos.

ABSTRACT

In the era of the fourth industrial revolution, digital technologies have changed the way in which organizations carry out their activities to achieve their goals and increase competitiveness, with the digitalization of the supply chain (SC) as an ally, which has become increasingly important in the search for better efficiency and productivity. However, even with globalization and the frequent application of lean production, SC remain vulnerable, with a risk of rupture, thus requiring a greater level of resilience and responsiveness to adapt and develop in turbulent periods. The current challenge is to manage and mitigate such risks, in order to create more resilient and responsive SC. Therefore, we sought to understand how the technologies of the current industry 4.0 impact the resilience and responsiveness of the digital supply chain (CSD). Therefore, the general objective of this work is to assess the impact of new technologies on the resilience and responsiveness of CSD. The methods adopted to achieve the objectives consisted of conducting a systematic review of the literature, which allowed defining concepts and finding information related to the topics covered in this research and identifying the factors that make SC resilient and responsive. To validate the results found in the literature, a study of multiple cases was carried out through the application of semi-structured interviews with a focus on verifying in practice which digital technologies are being used in organizations. The research resulted in the definitions, technologies, factors and practices that denote resilience and responsiveness in CSD, in which it describes the relationship between practices that benefit resilience and responsiveness in SC and the use of digital technologies, the highlights of this process are in the use of big data, IoT, cloud computing and simulation. With the realization of the study of multiple cases, the importance of using new digital technologies was validated so that SC become more resilient and responsive; the factors that bring benefits related to resilience, responsiveness and CSD were validated; these were obtained by comparing the definitions found in the literature, with the experts' knowledge extracted from the responses of the specific survey used as the basis for the interviews. In the study of multiple cases it was also possible to verify applications of new digital technologies in the national scenario, still unexplored, and to verify that the logistics operators in Brazil are seeking to develop a rapid response capacity in their SC, implementing and dimensioning digital solutions that, despite the limited investments and applications, point to a direct impact on their operations, resulting in improvements to develop adaptability, agility and responsiveness in real time, obtaining flexibility to meet the needs of customers quickly and with visibility throughout the process.

Keywords: Digital supply chain. Intelligent Supply Chain. Resilience. Responsiveness. Risk management. Supply Chain Management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTRUTURA METODOLÓGICA.....	19
FIGURA 2 - MODELO DE CADEIA DE SUPRIMENTO DIGITAL	29
FIGURA 3 – OS NOVE PILARES DA INDÚSTRIA 4.0	31
FIGURA 4 – FRAMEWORK DE CADEIAS DE SUPRIMENTO RESILIENTES.....	38
FIGURA 5 – FRAMEWORK DE DIGITALIZAÇÃO DA GESTÃO DO RISCO DA CS	39
FIGURA 6 – MODELO DE RESILIÊNCIA PARA INDUSTRIA 4.0	40
FIGURA 7 – GRUPOS DE RISCOS: EXTERNO E INTERNOS.....	51
FIGURA 8 – CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA	58
FIGURA 9 – ETAPAS DA PESQUISA	61
FIGURA 10 – PROCESSO DE SELEÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO	63
FIGURA 11 – ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS	67

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PERIÓDICOS DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO.....	144
GRÁFICO 2 – RELEVÂNCIA DOS ARTIGOS DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO	145
GRÁFICO 3 – AUTORES COM PUBLICAÇÕES NO PORTFÓLIO	146
GRÁFICO 4 – PALAVRAS-CHAVE DOS ARTIGOS DO PORTFÓLIO	146

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - DEFINIÇÕES DE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL (CSD)	23
QUADRO 2 – FATORES RELACIONADOS A CSD	24
QUADRO 3 – FATORES RELACIONADOS A RESILIÊNCIA NA CSD	41
QUADRO 4 – FATORES RELACIONADOS A RESPONSABILIDADE NA CSD	45
QUADRO 5 – TIPOS DE RISCOS COM POSSIBILIDADES DE RUPTURA	49
QUADRO 6 – DEFINIÇÕES DOS GRUPOS DE RISCOS	52
QUADRO 7 – DIFERENÇAS ENTRE PSL E OL.....	56
QUADRO 8 – EIXO INICIAL DE PESQUISA E PALAVRAS-CHAVES	64
QUADRO 9 – EIXO DE PESQUISA E PALAVRAS-CHAVES.....	64
QUADRO 10 – PERGUNTAS DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	70
QUADRO 11 – CONCEITO DOS FATORES RELACIONADOS A CSD	72
QUADRO 12 – CONCEITO DOS FATORES RELACIONADOS A RESILIÊNCIA NA CSD	73
QUADRO 13 – CONCEITO DOS FATORES RELACIONADOS A RESPONSIVIDADE NA CSD.....	74
QUADRO 14 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM CLIENTE	76
QUADRO 15 – PRÁTICAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	77
QUADRO 16 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE DEMANDA	78
QUADRO 17 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE ORDEM DE DISTRIBUIÇÃO	79
QUADRO 18 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE MOVIMENTO E CAPACIDADE	80
QUADRO 19 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE FLUXO FINANCEIRO	81
QUADRO 20 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE FORNECEDORES.....	82
QUADRO 21 – PRÁTICAS NO PROCESSO DE DEVOLUÇÃO E FIM DA VIDA.....	82
QUADRO 22 – SEGMENTO DE ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS POR CNAE	83
QUADRO 23 – REGIÃO DE MAIOR ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS	83
QUADRO 24 – SETORES DE ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS.....	84
QUADRO 25 – EMPRESAS ASSOCIADAS A ABOL.....	85
QUADRO 26 – CARGO DOS ESPECIALISTAS	87
QUADRO 27 – CLASSIFICAÇÃO PARA AS TECNOLOGIAS DIGITAIS.....	88
QUADRO 28 – TECNOLOGIA NA GESTÃO RELACIONAMENTO COM CLIENTE	89

QUADRO 29 – TECNOLOGIAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	93
QUADRO 30 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DA DEMANDA	96
QUADRO 31 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE ORDEM DE DISTRIBUIÇÃO	99
QUADRO 32 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE MOVIMENTO E CAPACIDADE	102
QUADRO 33 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE FLUXO FINANCEIRO	105
QUADRO 34 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE FORNECEDORES	107
QUADRO 35 – TECNOLOGIAS NA DEVOLUÇÃO E FIM DA VIDA.....	109
QUADRO 36 – PORTFÓLIO DE ARTIGOS (1ª SELEÇÃO)	133
QUADRO 37 – PORTFÓLIO DE ARTIGOS (2ª SELEÇÃO)	141
QUADRO 38 – TECNOLOGIAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS	147
QUADRO 39 – PRINCIPAIS TECNOLOGIAS IDENTIFICADAS NAS CSD.....	148

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – EXPRESSÕES CHAVES PESQUISADA POR TÓPICO.....	131
TABELA 2 – EXPRESSÕES CHAVES PESQUISADA POR TÍTULO.....	132
TABELA 3 – ARTIGOS POR TÓPICO COM PALAVRAS-CHAVE INDIVIDUAIS ...	138
TABELA 4 – ARTIGOS POR TÍTULO COM PALAVRAS-CHAVE INDIVIDUAIS	139
TABELA 5 – ARTIGOS POR TÓPICO COM PALAVRAS-CHAVE COMBINADAS	139
TABELA 6 – ARTIGOS POR TÍTULO COM PALAVRAS-CHAVE COMBINADAS .	140

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABOL	- Associação Brasileira de Operadores Logísticos
CS	- Cadeia de Suprimentos
CSCMP	- <i>Council of Supply Chain Management</i>
CSD	- Cadeia de Suprimentos Digital
DSC	- <i>Digital Supply Chain</i>
EDI	- <i>Electronic Data Interchange</i>
GPS	- <i>Global Positioning System</i>
IoT	- <i>Internet of Things</i> (Internet das coisas)
LabMCDA	- Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão
OL	- Operadores Logísticos
ProKnow-C	- <i>Knowledge Development Process – Constructivist</i>
PSL	- Prestadores de serviços logísticos
RFID	- <i>Radio-Frequency IDentification</i> (Identificação por Rádio Frequência)
RSL	- Revisão Sistemática da Literatura
SC	- <i>Supply Chain</i>
SCC	- <i>Supply Chain Council</i>
SCM	- <i>Supply Chain Management</i>
SMS	- Segurança, Saúde e Meio ambiente
TI	- Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 JUSTIFICATIVA	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	17
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	19
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL	21
2.1.1 Fatores relacionados a cadeia de suprimentos digital.....	24
2.2 MODELO DE GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL ..	27
2.3 INDÚSTRIA 4.0	30
2.4 TECNOLOGIAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL	32
2.5 RESILIÊNCIA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS	36
2.5.1 Fatores relacionados a resiliência na CSD.....	41
2.6 RESPONSABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	44
2.6.1 Fatores relacionados a responsividade na CSD	45
2.7 GERENCIAMENTO DE RISCO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	48
2.8 OPERADORES LOGÍSTICOS	53
3 MÉTODOS DA PESQUISA	58
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	58
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	60
3.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	61
3.4 ESTUDO DE CASO	66
3.5 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	68
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	72
4.1 CONCEITO E FATORES RELACIONADO A CSD	72
4.2 CONCEITO E FATORES RELACIONADO A RESILIÊNCIA NA CSD	73
4.3 CONCEITO E FATORES RELACIONADO A RESPONSABILIDADE NA CSD.....	74
4.4 PRÁTICAS DE RESILIÊNCIA E RESPONSABILIDADE	75
4.5 RESULTADO DAS ENTREVISTAS MULTICASO	83

4.5.1 Resultados - Processo de gestão de relacionamento com cliente	88
4.5.1.1 <i>Análise dos resultados - Gestão de relacionamento com o cliente</i>	91
4.5.2 Resultados - Processo de desenvolvimento de produto	93
4.5.2.1 <i>Análise dos resultados - Desenvolvimento de produto</i>	95
4.5.3 Resultados - Processo de gestão de demanda	95
4.5.3.1 <i>Análise dos resultados - Gestão de demanda</i>	97
4.5.4 Resultados - Processo de gestão de ordem de distribuição.....	98
4.5.4.1 <i>Análise dos resultados - Gestão de ordem e distribuição</i>	100
4.5.5 Resultados - Processo de gestão de movimento e capacidade	102
4.5.5.1 <i>Análise dos resultados - Gestão de movimento e capacidade</i>	104
4.5.6 Resultados - Processo de gestão de fluxo financeiro.....	104
4.5.6.1 <i>Análise dos resultados - Gestão de fluxo financeiro</i>	106
4.5.7 Resultados - Processo de gestão de fornecedores	107
4.5.7.1 <i>Análise dos resultados - Gestão de fornecedores</i>	108
4.5.8 Resultados - Processo de processo de devolução e fim da vida	109
4.5.8.1 <i>Análise dos resultados - Devolução e fim da vida</i>	110
5 CONCLUSÃO	111
5.1 TRABALHOS FUTUROS	114
REFERÊNCIAS	116
APÊNDICE 1 – RESULTADOS DA REVISÃO DA LITERATURA	131
APÊNDICE 2 – TECNOLOGIAS IDENTIFICADAS NAS CSD	148
APÊNDICE 3 – SURVEY (ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS)	152

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as indústrias tem enfrentado grandes desafios com as diversas mudanças econômicas e de gestão, dentre elas estão a concorrência internacional, o surgimento de mercados globais, acordos de livre comércio, a demanda por produtos individualizados e de qualidade, melhor atendimento ao cliente e ciclo de vida do produto reduzido (HOFMANN; RÜSCH, 2017). Nesse atual ambiente global cada vez mais dinâmico e turbulento, as cadeias de suprimentos são confrontadas com eventos que ameaçam interromper suas atividades operacionais e prejudicar seu desempenho. Os riscos de interrupção normalmente se referem a eventos de baixa probabilidade, mas com alto impacto, que podem variar em tipo, escala e natureza, onde a imprevisibilidade dificulta sua identificação, podendo assim, ter efeitos negativos a curto ou longo prazo. Na presença de uma variedade de incertezas, a gestão de riscos desempenha um papel fundamental para operação eficaz das cadeias de suprimentos e mitigação de riscos (HO et al., 2015).

A digitalização e a indústria 4.0 oferecem vantagens competitivas baseadas em coordenação e informações em tempo real, geram novas oportunidades de emprego e aumentam a visibilidade e o controle nas cadeias de suprimentos. No entanto, requer compromisso de longo prazo e garantias sobre segurança de dados (PORTER; HEPPELMANN, 2015). Com a ajuda das tecnologias digitais, as redes inteligentes de máquinas e processos, estão criando sistemas de produção autônomos, conectados à Internet e autorreguláveis. Essa conexão entre sistemas está popularmente denominada indústria 4.0, uma nova era que procura visualizar e prever o desempenho de processos, plantas industriais e cadeias de suprimentos com base nas informações disponíveis em tempo real (IVANOV et al., 2019a).

A atual indústria 4.0 é um fenômeno global. Não há um conjunto de tecnologias ou práticas únicas que definem a indústria 4.0, a maioria das pesquisas consideram conceitos de fábrica que compartilham atributos de redes inteligentes (STROZZI et al., 2017). Na visão da indústria 4.0, o produto fabricado deve carregar todas as informações relevantes sobre os seus requisitos de produção. Além disso, a integração das instalações de produção, tornam-se auto-organizadas por meio da colaboração das máquinas de produção, equipamentos de transporte, ferramentas e componentes logísticos que podem se comunicar entre si e trocar informações por meio de sistemas embarcados. As tecnologias digitais possibilitam tomadas de

decisões flexíveis, fornecendo dados em tempo real em todas as áreas da cadeia de suprimentos (BOUNFOUR, 2016).

Para Büyüközkan; Göçer (2018) as novas tecnologias têm alterado a forma como as pessoas se comunicam e interagem com os seus fornecedores e clientes. Novidades tecnológicas estão mudando a maneira como as sociedades acessam e trocam informações e os clientes de hoje estão bem-informados sobre a melhor forma de utilizar as recentes tecnologias digitais. Estas novas tecnologias emergentes afetam todos os setores inclusive as cadeias de suprimentos e serviços de logística. No entanto, a CSD está em seus primeiros passos. No modelo digital emergente de hoje, os *data centers* substituem os armazéns físicos, os *bits* substituem as caixas físicas, a banda larga substitui os caminhões físicos.

A integração da cadeia de suprimentos utilizando tecnologias digitais, fornece vários benefícios à logística e existem novas tecnologias que a suportam, como a realidade aumentada, *big data*, computação em nuvem, robótica, sensores, internet das coisas, veículos autônomos, veículo aéreo não tripulado, nanotecnologia, impressão 3D, entre outras (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

O processo de digitalização consiste em usar dados digitalizados e tecnologias digitais para melhorar etapas da produção, funções e atividades, e também para modificar processos a fim de se alcançar certos benefícios. O objetivo visa aumentar os fluxos de receita e criar novas oportunidades de negócios (HAGBERG; SUNDSTROM; EGELS-ZANDÉN, 2016). A digitalização é uma fase de transformação contínua em direção a uma cadeia de suprimentos digital, que muda progressivamente uma grande parte dos seus processos empresariais (IVANOV et al., 2019a). Com isso, é possível destacar que a utilização de novas tecnologias digitais nas operações de processo, que tem como foco melhorar a capacidade de produção, as cadeias de suprimentos e a flexibilidade das atividades por meio de uma comunicação efetiva em tempo real e por sistemas de dados inteligentes com alta resolução.

A indústria 4.0 promete não apenas melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos, mas também, como observado em estudos recentes, aumentar a resiliência da cadeia de suprimentos com relação às interrupções (RALSTON; BLACKHURST, 2020). Com as inovações presentes no ambiente de negócios, as empresas estão se tornando cada vez mais interconectadas e versáteis. Com isso, necessitam de agilidade para se adaptar às situações adversas a qual estão sujeitas,

minimizando os riscos de perder espaço no mercado ressaltando a importância da resiliência e responsividade nas organizações (MARCOS; MACAULAY, 2008).

De acordo com Ponomarov; Holcomb (2009), o estudo da resiliência sob a perspectiva logística está em sua fase inicial e precisa ainda ser melhor explorado. Para o autor a resiliência da cadeia de suprimentos de uma forma geral é a capacidade de adaptação da cadeia de suprimentos para se preparar para eventos imprevistos, responder as interrupções da cadeia e recuperar-se a partir deles, mantendo a continuidade operacional ao nível de conectividade e controle sobre da estrutura desejada. Com isso, é possível caracterizar a resiliência da cadeia de suprimentos como a habilidade de uma empresa resistir, superar, adaptar-se e desenvolver-se em períodos turbulentos.

Para que a cadeia de suprimentos digital tenha resiliência e responsividade é necessário entender suas diversas formas de vulnerabilidade e os riscos a qual está sujeita. Com a quarta revolução industrial em desenvolvimento, os ambientes digitalizados estão mudando continuamente e essas mudanças criam riscos, cujo gerenciamento requer resiliência e responsividade. Para isso, se faz necessário se aprofundar nas definições de variáveis e de ferramentas de mensuração adequadas para obter melhoria efetiva da resiliência e responsividade nas CSD.

Segundo Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer (2013), melhorar a responsividade da cadeia de suprimentos pode ser considerado como uma das estratégias para mitigação dos riscos na cadeia de suprimentos. O autor destaca que a implementação de uma manufatura flexível com dimensões técnicas estratégicas, pode criar efeitos positivos para melhorar a responsividade, a fim de mitigar riscos e qualquer resposta em relação a interrupções na cadeia de suprimentos.

Empresas de diferentes segmentos estão investindo na digitalização e integração de suas cadeias de suprimento, a fim de se obter um desempenho eficaz e efetivo (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). O desafio atual consiste em gerenciar e mitigar os riscos, de forma a criar CSD resilientes e responsivas. Assim o presente trabalho visa responder a seguinte pergunta de pesquisa:

Quais os impactos da utilização das novas tecnologias, na resiliência e responsividade nas cadeias de suprimentos digitais?

Para responder à esta pergunta de pesquisa foram estabelecidos os objetivos apresentados no subitem 1.2. Os elementos que justificam a importância da pesquisa são além dos já descritos neste item, os apresentados a seguir.

1.1 JUSTIFICATIVA

O interesse nas aplicações de dados digitais para o gerenciamento da cadeia de suprimentos já era esperado e vem crescendo cada vez mais. A qualidade do suporte à tomada de decisão depende dos dados, de sua integridade, consistência, validade e disponibilidade oportuna. Estes requisitos em relação aos dados são importantes no gerenciamento de riscos, para prever perturbações da CS e reagir à elas de forma correta (IVANOV, 2018). A tecnologia digital, a indústria 4.0 e a análise de dados em tempo real, têm grande potencial para alcançar um novo patamar em relação a qualidade no suporte à tomada de decisões quando for necessário gerenciar graves perturbações e a resiliência (FRAZZON; KÜCK; FREITAG, 2018).

Problemas como o excesso ou falta de estoque e atrasos na entrega são comuns no gerenciamento da cadeia de suprimentos. Com isso, para buscar a melhoria contínua no trabalho, se faz necessário a utilização de tecnológicas digitais modernas, para desenvolver atividades com maior qualidade e adotar práticas novas e aprimoradas (WITKOWSKI, 2017).

Segundo Kleindorfer; Saad (2005), existem duas categorias de riscos que podem alterar o desempenho e o gerenciamento da cadeia de suprimentos: riscos provenientes de problemas na coordenação entre abastecimento e demanda; e riscos provenientes de rupturas das atividades normais (desastres naturais, atos de sabotagem ou até ações terroristas). Para Christopher; Peck (2004), a ausência de resiliência torna a organização vulnerável, expondo-a a sérios distúrbios, quando os riscos internos ou externos à cadeia de suprimentos se concretizam.

Os desafios atuais exigem um gerenciamento da cadeia de suprimentos mais ágeis e flexíveis. Alguns elementos que lideram essa mudança incluem processos de produção flexível de armazenamento, rastreamento, distribuição e monitoramento de produtos; coordenação dos fluxos de materiais em tempo real, melhorias no transporte e gerenciamento preciso dos riscos; otimização do processo para tomada de decisão de forma adequada; planejamento de suprimentos e previsão de demanda; e redução do custo, continuando a atender à demanda dos clientes (LEE et al., 2016)

A logística apresenta uma grande importância, sendo fundamental para a competitividade das organizações por meio da melhoria da comunicação e do correto fluxo de materiais na cadeia de suprimentos (GUNASEKARAN; SARKIS, 2008). Gulati; Sytch (2007) enfatiza a importância das relações interorganizacionais pois a

sobrevivência no mercado depende da troca de recursos com vários constituintes externos, incluindo fornecedores, compradores, concorrentes e reguladores. Segundo Kumar et al. (2006), para melhorar a competitividade através do desempenho das CS, é necessária a correta gestão das mesmas, pois o gerenciamento da cadeia de suprimentos proporciona uma visão estratégica às organizações, levando-as além dos limites existentes e fazendo-as buscar por novas soluções, tanto internas quanto externas ao seu ambiente de atuação.

As inovações que surgem utilizando as tecnologias digitais contribuem para uma melhora significativa na operação e desempenho das cadeias de suprimentos (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017), mas a compreensão da efetividade dos seus impactos é um trabalho em fase de desenvolvimento (SANJEEVI; SHAHABUDEEN, 2015). A literatura sobre as tecnologias digitais na cadeia de suprimentos é escassa, apesar dos benefícios promissores para o gerenciamento da cadeia de suprimentos (CALATAYUD; MANGAN; CHRISTOPHER, 2019).

Para Ralston; Blackhurst (2020) qualquer que seja o motivo, a perda de capacidade pode ter um sério impacto na resiliência da CS de uma empresa. Com isso, há necessidade de estudos para entender se sistemas inteligentes e processos automatizados oferecem a capacidade de se adaptar e se reconfigurar para lidar com eventos inesperados ou interrupções na cadeia de suprimentos.

Sendo assim, este trabalho contribui com a discussão das expectativas e com a necessidade de se compreender o impacto das tecnologias digitais na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos, a fim de melhorar a competitividade das organizações. No campo teórico, há muitas pesquisas encontradas de forma individual sobre resiliência ou responsividade da cadeia de suprimentos tradicional, no entanto, com poucos destaques às atividades relacionadas ao novo modelo utilizando tecnologia digital. Sendo assim, a elaboração desta pesquisa é importante para o enriquecimento do tema acadêmico e industrial.

Ainda a partir de uma perspectiva teórica, a realização da pesquisa justifica-se pela constatação de poucos estudos científicos que tratem especificamente e de forma conjunta o tema resiliência e responsividade em cadeia de suprimentos digital, considerando as bases de dados mais relevantes na divulgação de trabalhos científicos na área da engenharia de produção (*Web of Science*, *Scopus* e *Science Direct*), sem restrição como de idioma de origem dos artigos ou de período de publicação.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho é estruturado sob um objetivo geral, apresentado na sequência, bem como os objetivos específicos necessários para atingir ao objetivo geral proposto.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral da pesquisa consiste em avaliar os impactos das novas tecnologias digitais na resiliência e responsividade da CSD.

1.2.2 Objetivos específicos

O objetivo geral é alcançado realizando os objetivos específicos a seguir:

- a) Identificar fatores relacionados a CSD e as tecnologias que à suportam;
- b) Identificar conceitos, fatores e práticas relacionadas a resiliência e responsividade na CSD;
- c) Aplicar o estudo de múltiplos casos como método para avaliar o impacto do uso das tecnologias digitais na resiliência e responsividade da CSD e verificar essa questão na prática;
- d) Validar a importância das tecnologias digitais utilizadas e os fatores encontrados na literatura referente à CSD, junto aos especialistas;
- e) Comparar as informações extraídas da literatura com as obtidas com especialistas e analisar resultados.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O Conselho de Gestão da Cadeia de Suprimentos define logística como o processo de planejamento, implementação e controle de procedimentos para a eficiência e eficácia no transporte e armazenamento de mercadorias, incluindo serviços e informações relacionadas do ponto de origem ao ponto de consumo com o objetivo de estar em conformidade com os requisitos do cliente; inclui também a entrada, saída, movimentos internos e externos (CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS, 2020). Os autores Wang et al. (2014)

definem logística como os processos orientados aos negócios, com objetivo de gerenciar o fluxo de recursos entre o ponto de origem e o destino final.

Segundo Carvalho; Cruz-Machado; Tavares (2012), o potencial impacto de interrupções no processo logístico em sua CS é um argumento claro da importância da construção da resiliência e responsividade. Para Tukamuhabwa et al. (2015) empresas resilientes que possuem uma capacidade de resposta às rupturas melhor do que seus concorrentes, podem obter posições de destaque no mercado.

Os recortes de pesquisa dentro da CSD possuem três competências essenciais como a sustentabilidade, flexibilidade e performance. A parte de performance está subdividida sete temas com importante destaque no desempenho da CSD: Inovação, qualidade, tempo, custos, integração / conectividade, resiliência e responsividade, sendo estes dois últimos o foco deste trabalho. Reconhecida a importância de tais assuntos que ganharam crescente destaque nos estudos ao longo dos anos na área de cadeia de suprimentos digitais, devem ser explorados como pontos focais (BAI; SARKIS, 2017; BRANDENBURG; REBS, 2015; CARTER; EASTON, 2011).

Diante disso, a pesquisa está delimitada ao estudo e análise do impacto das tecnologias digitais na resiliência e responsividade das CS, realizando a interação com especialistas do meio empresarial, através da aplicação de um questionário e entrevista semiestruturada em estudo de múltiplos casos. As tecnologias consideradas para avaliação do impacto não foram limitadas às relacionadas ao conceito de indústria 4.0, mas sim aos avanços tecnológicos da parte de comunicação, informação e digitalização de processos logísticos definidos pela literatura.

Em relação ao segmento a delimitação está direcionada à operadores logísticos, pois segundo (SCHOLZ-REITER; REKERSBRINK; GOERGES, 2010) é um dos setores que mais cresce no país, aplicando novas tecnologias, tornando-se autônoma, utilizando inteligência artificial para a tomada de decisões descentralizada, e comunicação efetiva entre as diversas áreas internas e externas às organizações.

Portanto, os participantes são especialistas do meio empresarial que atuam no seguimento de operadores logísticas do Brasil associados da ABOL - Associação Brasileira de Operadores Logísticos. A escolha por este segmento é decorrente da representatividade do mesmo no país pois, de acordo com estudo desenvolvido no ano de 2020 pela ABOL, a mesma detém cerca de 19,4% do mercado nacional de operadores logísticos, mostrando sua força em um mercado capilarizado e desconcentrado, os associados operam em todos os setores da economia.

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A síntese do problema de pesquisa interligado com os objetivos geral e específicos bem como as ações para alcançá-los em conjunto com os resultados esperados das ações, são apresentados conforme FIGURA 1.



1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está organizado em capítulos, seguindo a estrutura abaixo:

- CAPÍTULO 1: Apresentado o contexto sobre o tema, seguido da justificativa da pesquisa, objetivo geral, objetivos específicos, delimitação da pesquisa e procedimentos metodológicos.
- CAPÍTULO 2: Encontra-se a fundamentação teórica sobre os temas: Cadeia de suprimentos digitais; fatores relacionados a CSD; modelo de gerenciamento da CSD; indústria 4.0; tecnologias da CSD; resiliência em CSD; fatores relacionados a resiliência na CSD; responsividade em CSD; fatores relacionados a responsividade na CSD; gerenciamento de risco da CS; operadores logísticos.
- CAPÍTULO 3: Define o método de pesquisa utilizado, descrevendo a classificação da pesquisa, etapas para realização da pesquisa e a revisão sistemática da literatura, a descrição do estudo de caso múltiplos (multicasos) e da entrevista semiestruturada.
- CAPÍTULO 4: Demonstra os resultados, apresentando os conceitos e fatores validados e que estão relacionados a CSD; conceitos e fatores relacionados a resiliência e responsividade na CSD; as práticas encontradas na literatura de resiliência e responsividade na CSD; a utilização das tecnologias digitais nas organizações, relacionado com cada processo da CSD.
- CAPÍTULO 5: apresenta as considerações finais em relação aos resultados obtidos na aplicação do estudo de múltiplos casos, realizado com especialistas em gerenciamento da CSD que representam os operadores logísticos participantes e trabalhos futuros.
- APÊNDICE 1: Demonstra os resultados da revisão sistemática da literatura; o portfólio de artigos selecionados nas pesquisas.
- APÊNDICE 2: estão apresentados os autores que destacam em suas pesquisas as novas tecnologias identificadas nas CSD.
- APÊNDICE 3: apresenta de forma as perguntas do *survey* utilizado como base para as entrevistas do estudo de múltiplos casos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura versa sobre os temas em questão, relacionando os assuntos que suportam a pesquisa, para verificação do impacto das tecnologias digitais na resiliência e responsividade na cadeia de suprimentos digital. A revisão da literatura está dividida em seções, reunindo os principais conceitos utilizados nesta pesquisa.

2.1 CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Cadeia de suprimentos é uma rede complexa de empresas que podem vivenciar turbulências contínuas criando um potencial para interrupções imprevisíveis (PETTIT; FIKSEL; CROXTON, 2010). As organizações que possuem maior visibilidade no gerenciamento de todos os nós da cadeia de suprimentos, considerando o acompanhamento desde o fornecedor do fornecedor até o cliente, na sua grande maioria são empresas bem sucedidas (SANJEEVI; SHAHABUDEEN, 2015).

Segundo Büyükköçkan; Göçer (2018) a cadeia de suprimentos digital é um sistema inteligente capaz de trabalhar com grandes quantidades de dados e excelente cooperação e comunicação, buscando integrar as organizações e ofertar serviços de maior valor agregado, acessíveis, consistentes, ágeis e eficazes, ou seja, está relacionada à integração dos elementos físicos com os digitais em suas operações, assim como à forma com que a cadeia é gerenciada. De modo geral, as cadeias de suprimento digitais são as cadeias de suprimento inseridas na atual economia digital (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). Uma cadeia de suprimentos tecnológica possui a capacidade de coletar e analisar grandes quantidades de dados de maneira automatizada, usar esses dados para refletir e reagir com maior precisão e em tempo real (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018).

As novas tecnologias digitais não apenas habilitam ferramentas para suporte à decisões orientadas a dados (FRAZZON; KÜCK; FREITAG, 2018), mas também estimulam o desenvolvimento de novas formas de produção, como a fabricação inteligente e a Indústria 4.0 (ROSSIT; TOHMÉ; FRUTOS, 2019).

O surgimento de sistemas tecnológicos, gerou estratégias inovadoras para as indústrias, produzindo melhorias significativas em suas operações. Isso os ajudou a

enfrentar as exigências do mercado e dos clientes devido à melhor sincronização entre tecnologia, recursos humanos, e vários processos internos (CARIDADE et al., 2017). Com as novas tecnologias digitais o setor 4.0 tornará possível reunir e analisar dados entre máquinas, possibilitando processos mais rápidos, flexíveis e eficientes para produzir mercadorias com maior qualidade a custos reduzidos. Isso, por sua vez, aumentará a produtividade da manufatura, mudará a economia, promoverá o crescimento industrial e modificará o perfil da força de trabalho - mudando, em última análise, a competitividade das empresas e regiões (RÜSSMANN et al., 2015).

Os autores Büyüközkan; Göçer (2018), propõem um modelo para desenvolvimento das cadeias de suprimentos digitais. De acordo com os autores o modelo é genérico, podendo ser adaptado aos objetivos e necessidades de quaisquer cadeias de suprimentos em qualquer organização. O modelo proposto é composto por 3 (três) principais áreas, sendo estas: digitalização, implementação tecnológica e gestão da cadeia de suprimentos.

O processo de digitalização difundida pelo conceito de indústria 4.0 está relacionada com a convergência de processos, informação e tecnologias de comunicação, relacionando pessoas, equipamentos e recursos de modo integral (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016). A digitalização está diretamente relacionada às estratégias e objetivos organizacionais, cultura, operações, produtos, serviços e experiência do cliente. Implementação tecnológica abrange um projeto de gestão, relação entre humanos e a tecnologia, capacitação e infraestrutura, estando seus processos relacionados ao sucesso da implementação requerida pelas CSD. Por fim, a gestão da cadeia de suprimentos está relacionada à transformação de uma CS convencional para uma CSD, tendo como objetivos a integração, automação, análise, reconfiguração e processos digitais (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

A indústria 4.0, em um contexto de cadeia de suprimentos, representa os vínculos digitais e autônomos dentro e entre empresas, que permitem a produção, aprimoramento e fornecimento de produtos e serviços aos consumidores finais (ALICKE; REXHAUSEN; SEYFERT, 2017). De certa forma, essas interligações digitais e autônomas são semelhantes a sistemas adaptativos complexos, pois as interligações evoluem ao longo do tempo otimizando a produção ou as operações (KUSIAK, 2018).

Com base nas pesquisas realizadas, apresentam-se no QUADRO 1 as definições de Cadeias de Suprimento Digital (CSD) identificadas na revisão sistemática da literatura.

QUADRO 1 - DEFINIÇÕES DE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL (CSD)

AUTORES	TÍTULO DO ARTIGO	PERIÓDICO	DEFINIÇÃO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL
Oh; Jeong, (2019).	<i>Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain</i>	<i>Robotics and Computer Integrated Manufacturing</i>	Para que a cadeia de suprimentos seja inteligente, a Informação, Comunicação e Produção Tecnológica (ICPT) devem ser integradas e convergidas na cadeia de suprimentos de manufatura. Com o ICPT integrado, a cadeia de suprimentos se torna inteligente e flexível.
Gupta et al., (2019).	<i>Leveraging Smart Supply Chain and Information System Agility for Supply Chain Flexibility</i>	<i>Information Systems Frontiers volume</i>	Cadeia de suprimentos inteligente com capacidade de sincronizar e se reconfigurar em tempo real, de forma que não apenas tome decisões com base no cenário atual, mas se configure para operações futuras, adaptação é o recurso mais atento da cadeia de suprimentos inteligente.
Büyükoçkan e Göçer, (2018).	<i>Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research</i>	<i>Computers in Industry</i>	Um sistema inteligente altamente adaptado baseado na capacidade de trabalhar com grande volume de dados e excelente nível de cooperação e comunicação entre hardware, software e redes, para dar suporte e interação em tempo real entre organizações, tornando as operações mais acessíveis, menos onerosas e com maior valor agregado, objetivando resultados consistentes, ágeis e eficientes.
Bienhaus; Haddud, (2018).	<i>Procurement 4.0: factors influencing the digitisation of procurement and supply chains</i>	<i>Business Process Management Journal</i>	Empresas utilizam inteligência artificial em cadeias de suprimentos que, em combinação com o comportamento humano, cria um novo grau de inteligência, inovação e colaboração.
Wu et al., (2016).	<i>Smart supply chain management: a review and implications for future research</i>	<i>The International Journal of Logistics Management</i>	Cadeia de suprimentos inteligente é o novo sistema de negócios interconectado que se estende a partir de programas isolados, locais e de uma única empresa, para implementações inteligentes em toda a cadeia de suprimentos.
Vickery et al., (2010).	<i>Supply chain information technologies and organizational initiatives: complementary versus independent effects on agility and firm performance</i>	<i>International Journal of Production Research</i>	Facilita o fluxo e processamento de informações nas áreas funcionais e limites da organização conectando, efetivamente, atividades e processos.
Butner, (2010).	<i>The smarter supply chain of the future</i>	<i>Strategy & Leadership</i>	A cadeia de suprimentos mais inteligente é instrumentada (equipamentos e sistemas proporcionam alta visibilidade de informações), interconectada (comunicação e colaboração entre qualquer entidade da cadeia) e inteligente (sistemas com alta capacidade de previsão e decisão).

FONTE: O autor (2021), nossa tradução.

Desta forma, baseado nas definições expostas na literatura, é possível fazer a seguinte definição: cadeia de suprimentos digital são redes interligadas de negócios que engloba toda a operação de um empreendimento, com sistemas inovadores e interconectados por meio de tecnologias inteligentes, com alta capacidade de processamento de informações, colaborando sistematicamente para convergência do sucesso das atividades envolvidas em diversos processos, proporcionando maior capacidade de resposta e resultados eficientes.

2.1.1 Fatores relacionados a cadeia de suprimentos digital

A partir dos artigos encontrados na revisão sistemática da literatura foi possível identificar os fatores relacionados a cadeia de suprimentos digital, conforme apresentado no QUADRO 2 que demonstra os fatores encontradas e declaradas pelos autores indicados e que integram as pesquisas em relação as cadeias de suprimentos digitais.

QUADRO 2 – FATORES RELACIONADOS A CSD

FATORES	AUTORES				
	Oh; Jeong, (2019).	Gupta et al., (2019)	Büyüközkan e Göçer, (2018)	Wu et al., (2016).	Butner, (2010).
Inteligente	x	x	x	x	x
Interconectividade	x	x	x	x	x
Instrumentada	x	x	x	x	x
Colaborativo	x	x	x	x	x
Flexibilidade	x	x	x	-	x
Integração	x	x	-	x	x
Adaptabilidade	-	x	x	x	x
Agilidade	-	x	x	-	x
Transparência / Visibilidade	x	-	x	-	x
Inovador	x	-	x	x	-
Velocidade	x	-	x	-	-
Automação	x	-	-	x	-
Escalabilidade	-	x	x	-	-
Ecológico / Sustentável	-	-	x	-	x

FONTE: O autor (2021).

- **INTELIGENTE:**

Refere-se a capacidade de tomar decisões rápidas de forma autônoma, otimizadas, melhorando o desempenho da cadeia de suprimentos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). Envolve a capacidade de adaptação e reconfiguração em tempo real e antecipação para prever situações futuras (GUPTA et al., 2019a).

- **INTERCONNECTIVIDADE:**

Corresponde às redes e elementos da cadeia de suprimentos conectados, integrados e coordenados, incluindo fornecedores, clientes, sistemas tecnológicos, produtos e objetos que fazem parte da cadeia de suprimentos, melhorando a tomada de decisões e o atendimento à demanda (BUTNER, 2010; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; GUPTA et al., 2019a; WU et al., 2016).

- **INSTRUMENTADA:**

Equipamentos especializados como máquinas, sensores, medidores, entre outros dispositivos conectados à rede, com capacidade de processamento de dados, possibilitando o rastreamento e coleta em tempo real para um melhor controle dos processos e decisões (BUTNER, 2010; GUPTA et al., 2019a; WU et al., 2016).

- **COLABORATIVO:**

Colaboração e conexão são questões-chave na indústria 4.0, as tecnologias digitais interconectando os componentes do processo melhoraram a eficiência no uso de recursos e na flexibilidade do sistema de produção, essa conectividade viabiliza uma escala maior de colaboração e funcionalidade (BUTNER, 2010; GUPTA et al., 2019a; OH; JEONG, 2019; SHELLSHEAR; BERLIN; CARLSON, 2015).

- **FLEXIBILIDADE:**

Maneira como as organizações reagem e se adaptam às mudanças que surgem na cadeia de suprimentos se comportando com agilidade operacional, para atender a demanda e, conforme as condições se alteram (BUTNER, 2010; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

- **INTEGRAÇÃO:**

Integrar os processos da cadeia de suprimentos promovendo a tomada de decisões conjuntas com colaboração entre os estágios da CS, utilizando sistemas em comum para troca e compartilhamento de informações (WU et al., 2016). A conexão de informações do produto com base na integração com sistemas, são os fatores críticos de sucesso para o gerenciamento na indústria 4.0 (IVANOV et al., 2016).

- **ADAPTABILIDADE:**

Para uma cadeia de suprimentos mais adaptável por natureza se faz necessário a implantação correta do processamento de informações, isso leva a uma melhor difusão de informações em todo o sistema (GUPTA et al., 2019a). A capacidade do sistema de informações de uma organização promove a flexibilidade estrutural, o que leva à adaptabilidade da cadeia de suprimentos para atender ao ambiente de negócios em constante mudança (CHRISTOPHER; HOLWEG, 2011).

- **AGILIDADE:**

É um dos principais componentes da cadeia de suprimentos na qual utiliza os instrumentos para adquirir agilidade, novas máquinas especializadas estão sendo implantadas no sistema, que detectam informações em um tempo mínimo esperado (GUPTA et al., 2019a). A agilidade central no desenvolvimento de sistemas de informação está focada na cognição ou mentalidade das pessoas envolvidas no gerenciamento de projetos (CHO; CHAN, 2015).

- **TRANSPARÊNCIA / VISIBILIDADE:**

Refere-se a ações visíveis e transparentes de forma coordenada entre os elos da cadeia, compartilhando as dificuldades e os dados críticos disponíveis automaticamente, permitindo um maior aprendizado da operação da cadeia, buscando melhor planejamento, rápida intervenção, reduzindo assim, interrupções no fluxo da cadeia de suprimentos (BUTNER, 2010; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

- **INOVADOR:**

Refere-se ao desenvolvimento de novas ideias para soluções que atendam às necessidades existentes ou novas que possam surgir, agregando novas tecnologias de forma rápida (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; WU et al., 2016).

- **VELOCIDADE:**

Rapidez no atendimento à demanda, respondendo às variações e incertezas do mercado, por meio da incorporação de inteligência e interconectividade aos processos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

- **AUTOMAÇÃO:**

Automatização dos sistemas operacionais através da utilização de máquinas, controlados e executados por meio de dispositivos mecânicos ou eletrônicos, visando a redução de recursos de baixa eficiência e otimização do fluxo das operações (WU et al., 2016).

- ESCALABILIDADE:

Refere-se a capacidade de oscilar, aumentar ou diminuir os estágios das cadeias de suprimentos de acordo com as necessidades de operação (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

- SUSTENTABILIDADE / ECOLÓGICO:

Implementação de práticas e ações de forma a minimizar os impactos sobre o ambiente praticando a redução das ineficiências e desperdícios o que proporciona uma melhor relação com o meio ambiente (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

Os aspectos relacionados a CSD trazem benefícios como: Eficiência; Tomada de decisão assertiva; Acompanhamento do processo remoto; Aquisição e transmissão de dados em tempo real; Gestão de riscos e de complexidade; Redução de custos; Fonte única de informações (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2019; BUTNER, 2010; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GUPTA et al., 2019a; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; WU et al., 2016).

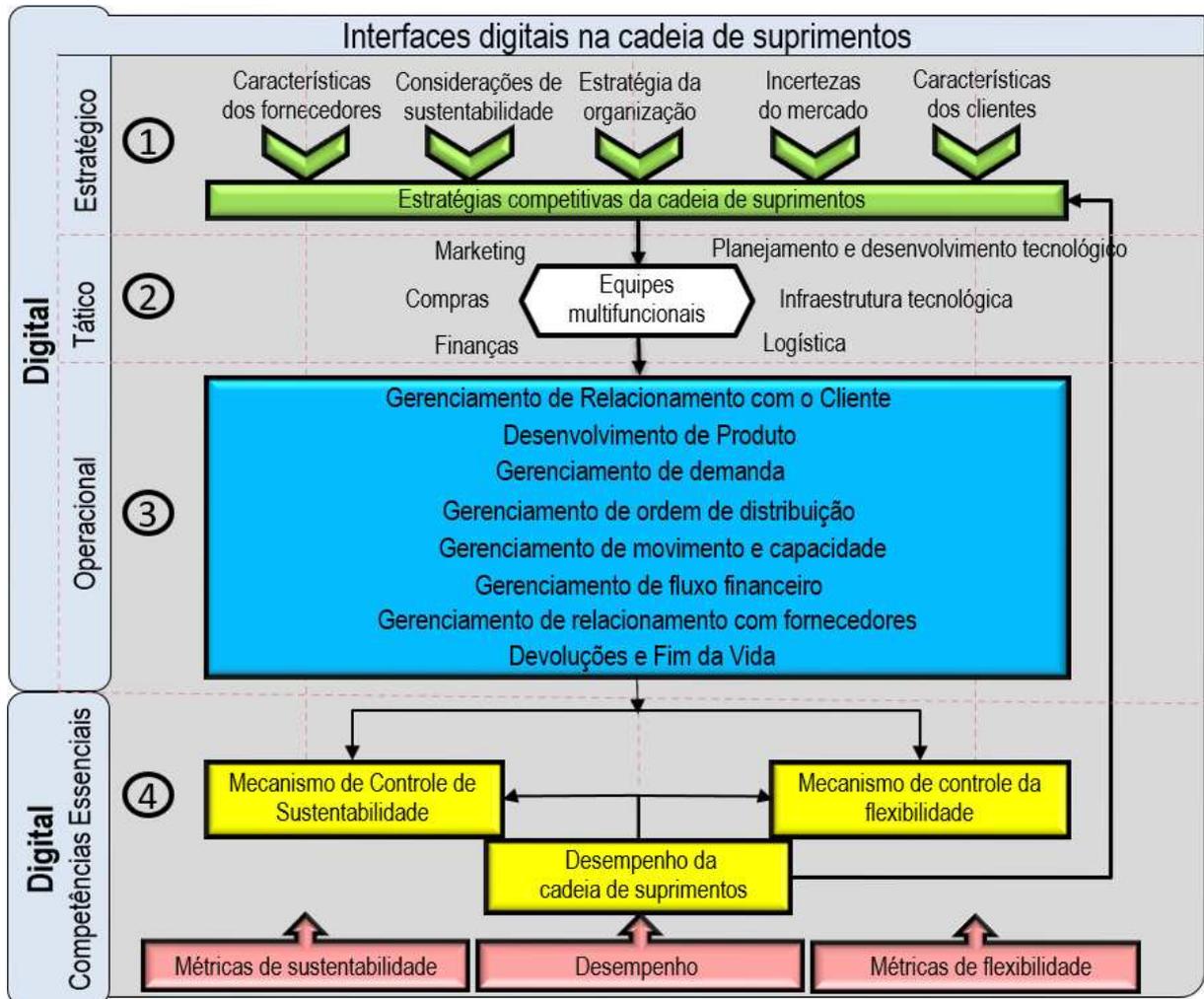
2.2 MODELO DE GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

O Conselho de Gestão da Cadeia de Suprimentos (CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS, 2020), descreve que o gerenciamento da cadeia de suprimentos abrange o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades envolvidas no fornecimento e suprimento, conversão e todas as atividades de gerenciamento de logística; inclui também a coordenação e colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, prestadores de serviços terceirizados e clientes. Em essência, o gerenciamento da CS integra o gerenciamento da oferta e demanda dentro e entre as empresas.

Esta seção apresenta o modelo de gerenciamento da cadeia de suprimentos utilizado como base para identificar os processos que à comportam, considerando tais processos para análise estudo da Cadeia de Suprimento Digitais da pesquisa em questão. A escolha do modelo apresentado na FIGURA 2 foi em função dos autores Seleme; Zattar; Detro (2020) apresentarem um modelo digital baseado na análise dos modelos e processos existentes na literatura. Os autores identificaram diferentes níveis, funções e processos. Em resumo, são:

- Cinco aspectos essenciais para alcançar as metas da CSD: os fatores relacionados aos clientes e fornecedores, as incertezas ambientais, as considerações de sustentabilidade e a estratégia da organização.
- Seis funções de negócios: finança, infraestrutura tecnológica, marketing, planejamento e desenvolvimento tecnológico, compras e logística. No nível estratégico, as funções de negócios devem trabalhar de forma interfuncional para definir como alcançar os objetivos da CSD da maneira eficiente.
- Oito processos no nível operacional: Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente; Desenvolvimento de Produto; Gerenciamento de demanda; Gerenciamento de ordem de distribuição; Gerenciamento de movimento e capacidade; Gerenciamento de fluxo financeiro; Gerenciamento de relacionamento com fornecedores e; Devoluções e fim da vida.
- O modelo apresentado estabelece novos parâmetros para a utilização de ferramentas tecnológicas e disruptivas, elencando como competências essenciais aos fatores de desempenho tecnológico e de operação, e os mecanismos de controle de sustentabilidade e da flexibilidade nos três níveis organizacionais, estratégico, tático e operacional.

FIGURA 2 - MODELO DE CADEIA DE SUPRIMENTO DIGITAL



FONTE: Seleme; Zattar; Detoro, (2020)

Os autores Seleme; Zattar; Detoro (2020) ainda destacam dentre os fatores relacionados ao desempenho tecnológico uma subdivisão em: Inovação; Qualidade; Custos; Tempo; Integração e conectividade; Resiliência; e Responsividade, dentro e entre os elos da cadeia de suprimentos digital, das quais, os dois últimos fatores descritos são os focos desta pesquisa.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos é uma função de integração com a principal responsabilidade de vincular as principais funções e processos de negócios dentro e entre empresas em um modelo de negócios coeso e de alto desempenho; inclui todas as atividades de gerenciamento de logística, bem como as operações de fabricação, e conduz a coordenação de processos e atividades com e através de marketing, vendas, design de produtos, finanças e tecnologia da informação (CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS, 2020).

2.3 INDÚSTRIA 4.0

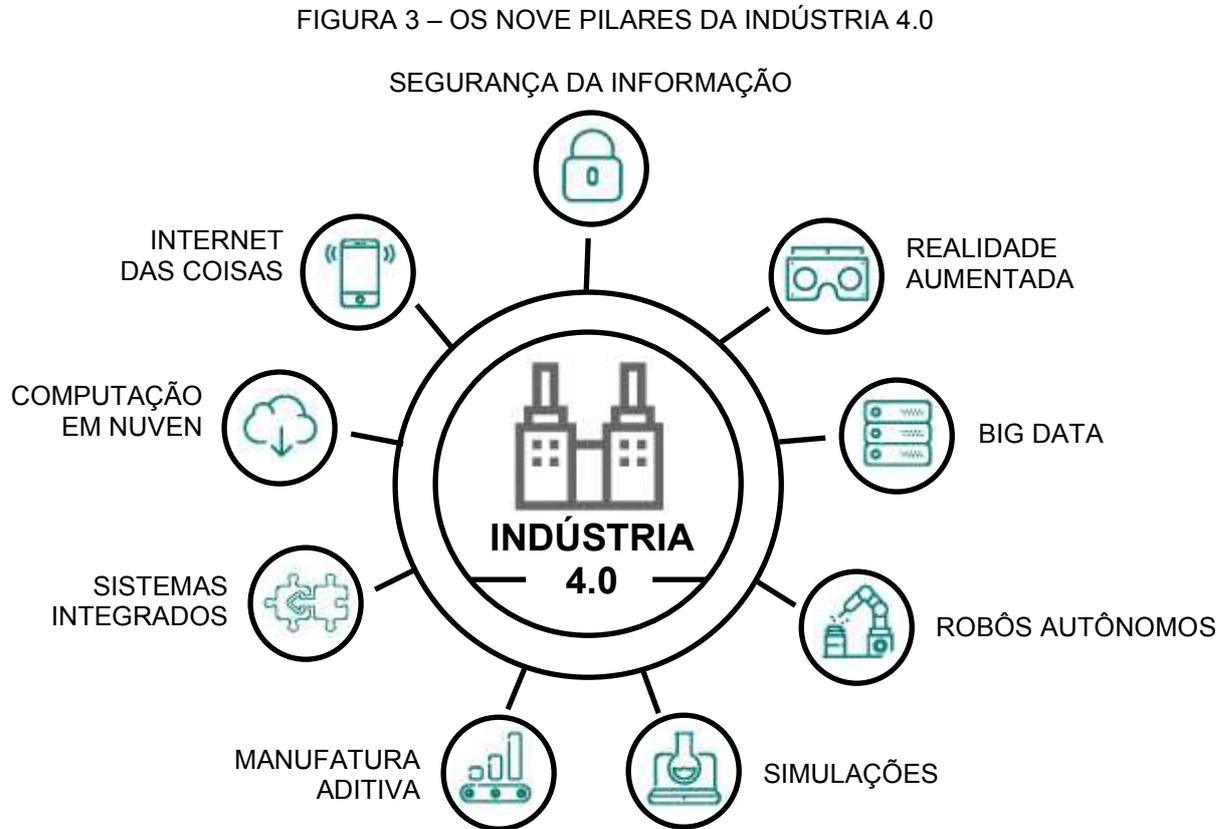
A indústria 4.0 foi denominada a quarta iteração da revolução industrial (ROSSIT; TOHMÉ; FRUTOS, 2019). O termo indústria 4.0 foi usado pela primeira vez em 2011, na Alemanha em Hannover Messe, e atualmente está sendo usado em todo o mundo para expressar os avanços tecnológicos que caracterizam a quarta revolução na fabricação industrial (GRUSCHKA; LÜSSEM, 2016). A indústria 4.0 é uma plataforma designada à integração tecnológica. Através de uma visão macroscópica da cadeia de suprimentos que envolve a empresa, ela cria um novo paradigma na melhoria de processos, proporcionando maiores retornos de futuros investimentos (DAVIS et al., 2012).

Os últimos anos testemunharam o surgimento de uma quarta revolução industrial, conhecida como Indústria 4.0 (XU, 2017). Uma iniciativa estratégica que integra tecnologias como internet das coisas, big data, com mecanização, eletrificação e tecnologia da informação, transformando-as em sistemas cyber-físicos ou fábricas inteligentes. Tal estratégia visa o aumento de produtividade e flexibilidade de processos produtivos, levando ao aumento de ganhos econômicos (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019). Isso equivale a uma mudança de paradigma nos processos de fabricação, com base no grande uso de ferramentas automatizadas e digitalizadas (TAO et al., 2017).

A principal diferença da atual indústria 4.0 com seus antecessores é que, os processos tradicionais possuem estruturas hierárquicas e centralizadas, já os processos digitalizados exibem esquemas nos quais agentes autônomos interagem em arquiteturas descentralizadas mantendo os agentes conectados entre si e com os centros de decisão. As quatro tecnologias mais relevantes para o processo de tomada de decisão são computação em nuvem, *IoT* - Internet das Coisas, *big data* e conexão *RFID* - *Radio-Frequency IDentification* (ROSSIT; TOHMÉ; FRUTOS, 2019).

Rüssmann et al. (2015) descreve a existência da quarta onda de avanço tecnológico, a ascensão da nova tecnologia industrial digital conhecida como Indústria 4.0, uma transformação que é alimentada por nove avanços fundamentais da tecnologia, são elas: Segurança da informação; realidade aumentada; big data; robôs autônomos; simulações; manufatura aditiva; sistemas integrados (horizontal e vertical); computação em nuvem; e internet das coisas. Os autores organizam essas

tecnologias da indústria 4.0 em nove grandes grupos, que chamam de "Pilares da Indústria 4.0", apresentado na FIGURA 3.



Outros trabalhos como os elaborados pela ACATECH STUDY de Kagermann et al. (2013) e Schuh et al. (2017), também citam essas tecnologias já relacionadas, mas não de maneira classificada apoiando a melhor compreensão da relevância e os conceitos desses nove pilares.

Além dos pilares já descritos, existem outras tecnologias envolvidas na indústria 4.0, como o Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*) descrito por Shalev-Shwartz; Ben-David (2014); a Máquina a Máquina (*Machine-To-Machine*) e o Protocolo de Confiança (*Blockchain*) descritas por Sikorski; Haughton; Kraft (2017); e também os Gêmeos Digitais (*Digital Twins*) relatado por Schleich et al. (2017), essas tecnologias são os suportes para a digitalização das empresas e cadeias de suprimentos rumo à indústria 4.0.

2.4 TECNOLOGIAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Com o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, o processo logístico tem se tornado cada vez mais autônomo, utilizando sistemas com inteligência artificial para a tomada de decisões de forma descentralizada e comunicação efetiva entre as diversas áreas, seja, internas ou externas às organizações (SCHOLZ-REITER; REKERSBRINK; GÖRGES, 2010). Nas iniciativas da indústria 4.0, as empresas eliminam a dependência de pessoas entre as empresas e, em vez disso, podem criar resiliência por meio de processos automatizados de empresas e da cadeia de suprimentos (DOLGUI et al., 2019a). O aumento da disponibilidade de dados e o surgimento de novas tecnologias digitais, como o aprendizado de máquina, computação em nuvem, Internet das Coisas e *blockchain*, permitem que as empresas consigam lidar com incertezas usando princípios inteligentes de tomada de decisão (DUBEY; GUNASEKARAN; CHILDE, 2015).

Rüssmann et al. (2015) destaca que no processo de transformação digital, os sensores, máquinas, peças de trabalho e sistemas de TI – Tecnologia da Informação, serão todos conectados ao longo da cadeia de valor, ou seja, um gerenciamento além do processo de uma única empresa. Esses sistemas ciberfísicos quando conectados, podem interagir entre si usando protocolos baseados na Internet para analisar dados buscando prever falhas, configurar-se e adaptar-se às mudanças. Na sequência estão descritos de maneira resumida os conceitos das principais tecnologias que suportam a indústria 4.0, segundo os autores:

- CIBER SEGURANÇA:

Cyber security não é apenas a segurança do mundo cibernético, mas também a proteção daqueles que utilizam esse espaço e de seus ativos, compreendendo assim, a proteção de todas as informações e dados de usuários, equipamentos e processos (VON SOLMS; VAN NIEKERK, 2013).

- REALIDADE AUMENTADA:

Os sistemas baseados na realidade aumentada são bases de serviços dentro de uma organização, como selecionar peças do estoque ou enviar instruções de reparo sobre dispositivos móveis, oferecer informações em tempo real para melhorar a tomada de decisões, os trabalhadores podem receber os procedimentos de trabalho durante operação ou instruções de reparo durante as atividades de manutenção (RÜSSMANN et al., 2015).

- **BIG DATA:**

O termo *big data* se refere ao grande volume de dados virtuais, que são complexos, variados, heterogêneos e que provêm de múltiplas fontes, com controles descentralizados, distribuídos e velozes (FURLAN; LAURINDO, 2017). Com foco em negócios a análise de big data se tornou fundamental no suporte as decisões gerenciais, pois, é possível fazer a coleta e interpretação de dados de diferentes fontes de equipamentos e sistemas de produção em tempo real, bem como sistemas de gerenciamento de clientes (RÜSSMANN et al., 2015).

A *big data* tem sido caracterizada na literatura por 5V's: volume, variedade, velocidade, veracidade e valor (WAMBA et al., 2015). Veracidade e valor são particularmente importantes, pois a análise de dados mostra o valor real da *big data*. A *big data* é baseada na extração de conhecimento de grandes quantidades de dados, facilitando a tomada de decisões orientada aos dados. Quanto maior o volume de dados do processo de produção real é registrado, mais importante se torna avaliar esses dados. A análise de *big data* tem sido, a área mais elaborada de aplicação da tecnologia digital para o gerenciamento da cadeia de suprimentos durante a última década (IVANOV et al., 2019a).

- **ROBÔS E SISTEMAS AUTÔNOMOS:**

A forte conexão do mundo físico com o mundo digital pode melhorar a qualidade de informação necessária para o planejamento, otimização e melhorias na operação dos sistemas de fabricação. A descentralização e o comportamento autônomo do processo de produção são os fatores principais dessa ferramenta (RÜSSMANN et al., 2015).

Robôs estão se tornando cada vez mais autônomos, flexíveis e cooperativos em suas atividades e a tendência é um trabalho em conjunto com humanos visando à otimização das atividades, com maior precisão e trabalho em áreas de restrição às pessoas (RÜSSMANN et al., 2015). Os robôs inteligentes fazem parte da indústria 4.0, onde executam tarefas de grande precisão de forma independente ou apoiam as pessoas em suas atividades, como por exemplo entregar as ferramentas necessárias, acelerando, facilitando e simplificando as atividades de produção. Ao contrário dos robôs convencionais, que exigem treinamento demorado, os robôs inteligentes são flexíveis e aprendem de forma rápida com as pessoas, se comunicam utilizando a nuvem e suportam o planejamento ideal do processo fabril (ANDELFINGER; HÄNISCH, 2017).

- SIMULAÇÕES:

As simulações atualmente já estão sendo utilizadas com bastante frequência pelas empresas e a tendência é aumentar o uso nas operações de plantas industriais para aproveitar dados em tempo real, replicando o mundo físico em um mundo virtual, incluindo máquinas, sistemas, produtos e pessoas, diminuindo assim tempos de preparação e testes (RÜSSMANN et al., 2015).

- MANUFATURA ADITIVA:

Nessa nova era da indústria 4.0 métodos de fabricação com tecnologia aditiva serão amplamente utilizados para produzir pequenos lotes de produtos personalizados, que ofereçam vantagens de construção de projetos complexos. Os sistemas de fabricação com tecnologia aditiva possuem alto desempenho são descentralizados e podem reduzir os estoques e as distâncias de transporte (RÜSSMANN et al., 2015).

A manufatura aditiva também conhecida como impressão 3D é um processo orientado ao design, no qual os produtos são fabricados através da adição de sucessivas camadas de material, com base em um modelo virtual. Para Li et al. (2017), a manufatura aditiva torna-se atraente para muitas indústrias pois, possibilita uma grande liberdade de design, baixo desperdício de material e a viabilidade de fabricação de produtos personalizados e produzidos de maneira econômica. Ivanov et al. (2019a) destaca que alguns autores descrevem as aplicações da manufatura aditiva para operações e gerenciamento da cadeia de suprimentos digital, que vão desde a logística de controle de peças de reposição até a reformulação da estratégia global de produção e fornecimento para cadeia de suprimentos.

A aplicação da manufatura aditiva ocorre em diferentes estágios do sistema de gerenciamento da cadeia de suprimentos aumentando a flexibilidade de fabricação, obtendo prazos mais curtos, possibilitando a personalização do produto e reduzindo estoques. Um exemplo de aplicação dessa tecnologia digital em relação aos riscos de interrupção da cadeia de suprimentos é quando a manufatura aditiva pode reduzir o risco de fornecimento, criando a oportunidade de substituir os materiais ausentes pelos componentes impressos em 3D.

- INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS:

Oesterreich; Teuteberg (2016) descrevem que para a indústria 4.0 conseguir ser implementada é preciso de três integrações sistêmicas: a integração horizontal, a

integração vertical e também a integração da engenharia de ponta a ponta que é menos conhecida. Essa última integração vai desde o projeto de um produto até o uso do consumidor final e seu caminho de retorno, dando base de análise a cadeia de valor. Rüssmann et al. (2015) relata que a integração horizontal ocorre através de toda a rede de criação de valor, enquanto a integração vertical cuida dos sistemas de fabricação de ponta a ponta desde a engenharia e durante todo o ciclo de vida do produto.

- COMPUTAÇÃO EM NUVEM:

A computação em nuvem é um sistema que dispõe de uma rede de recursos computacionais, acessíveis de maneira conveniente e sob demanda. Que pode ser utilizada e adaptada de maneira rápida e sem grandes custos e dependências de provedores (XU, 2012). Com a disponibilidade de um grande volume de dados, as organizações precisam de um maior compartilhamento dessas informações, alcançar os tempos de reação bastante rápidos e trocar informações entre máquinas, processos e a planta inteira (RÜSSMANN et al., 2015). A computação em nuvem permite virtualizar e dimensionar recursos de forma dinâmica, fornecendo a possibilidade de obter recursos de acordo com a necessidade, sem incorrer em altos custos, pagando apenas pelos recursos realmente utilizados (WANG; WANG, 2018).

- INTERNET DAS COISAS:

A Internet de Coisas é uma rede de objetos direcionados com um sistema integrado de tecnologia da informação e comunicação que possibilita a interação de objetos com um ambiente existente, de modo a obter uma resposta imediata se caso ocorram mudanças. Fornece informações de localização, condições físicas de um objeto ou processo, possibilitando sua otimização e tomada de decisão (RÜSSMANN et al., 2015). A Internet das coisas é uma infraestrutura dinâmica e global, com capacidade de se autoconfigurar utilizando protocolos em que coisas físicas e virtuais possuam identidades, atributos, personalidades e interfaces (XU; HE; LI, 2014). A *IoT* é um dos mais recentes desenvolvimentos de TI, é uma nova revolução de TI que fornece uma mudança de paradigma em várias áreas, incluindo o gerenciamento da cadeia de suprimentos (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2019).

- BLOCKCHAIN:

Essa tecnologia refere-se a uma cadeia de dados digitais incorruptíveis de transações que são programados para registrar o valor de qualquer tipo de transação,

permitindo uma forma segura e transparente de compartilhamento de dados (SCHNIEDERJANS; CURADO; KHALAJHEDAYATI, 2020).

Os benefícios da utilização das tecnologias da indústria 4.0 na cadeia de suprimentos incluem rapidez, flexibilidade e precisão, com um sistema mais granular, esse último aspecto deriva de saber quais produtos os clientes desejam e como entregar pedidos individuais (ALICKE; REXHAUSEN; SEYFERT, 2017). As tecnologias 4.0 permitem usar novas inteligências para remover restrições no processo de tomada de decisões, dado a grande disponibilidade da informação (DAVIS et al., 2012).

As inovações e suas aplicações são resultados das combinações das tecnologias digitais com a automação industrial (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Utilizando combinações de técnicas avançadas de manufatura e tecnologias digitais, a indústria 4.0 promove a integração de elementos e permite o desenvolvimento de sistemas produtivos eficientes. Com essas melhorias obtém-se uma manufatura inteligente, que utiliza dados selecionados e mais confiáveis, que impulsiona a criação de novas ferramentas para tomadas de decisões acuradas e com menor tempo de resposta. Com isso, a integração de sistemas aumenta a flexibilidade, adaptabilidade e eficiência dos processos, melhorando a comunicação entre produtores e consumidores (JOLY et al., 2017).

Os artigos encontrados nas bases de dados relacionados a cadeia de suprimentos digitais, no qual foram utilizados para busca os termos (*“Digital” OR “Technol*” OR “4.0” OR “Smart” OR “Intelligence”*) AND (*“Supply Chain” OR “Logistic”*), serviram como base para encontrar os artigos que citam as principais tecnologias digitais, ou seja, a partir desta primeira seleção foram realizadas buscas com combinações separadas por cada tecnologia, e a partir desse portfólio, foram selecionados os artigos mais relevantes da cada ano.

No APÊNDICE 2 estão apresentados os autores identificados nas bases de dados selecionadas para esta pesquisa, que destacam em seus artigos as principais tecnologias identificadas nas cadeias de suprimentos digitais.

2.5 RESILIÊNCIA NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

As operações empresariais tradicionais estão lidando com muitas incertezas quando se trata da cadeia de suprimentos digital, uma abundância de dados e

informações, um aumento da complexidade e da vulnerabilidade. Contra estes desafios, as empresas requerem operações flexíveis, inteligentes e resilientes (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018). Ajustar-se a mudanças inesperadas é uma marca registrada da resiliência da cadeia de suprimentos (KRAUSE; VACHON; KLASSEN, 2009).

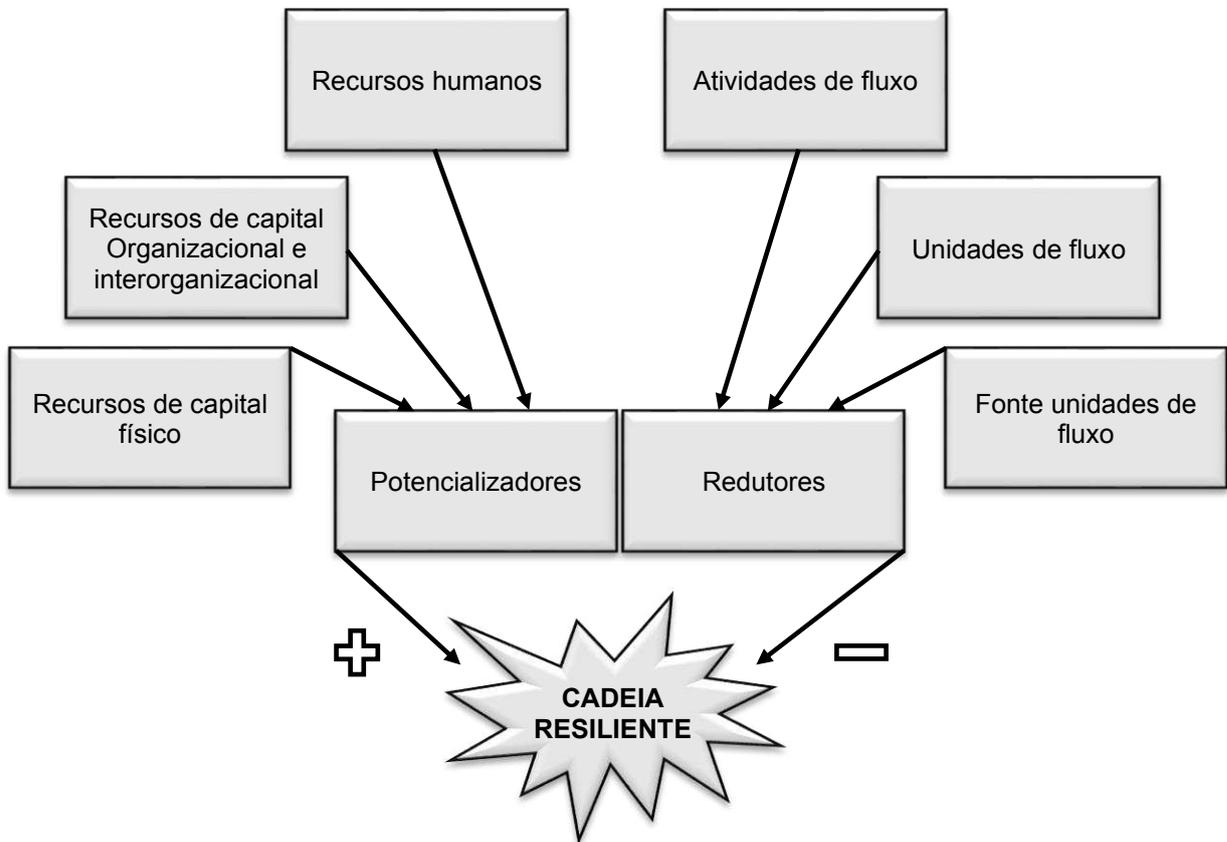
Resiliência na cadeia de suprimentos é a capacidade da cadeia de suprimentos preparar-se para os eventos inesperados e responder às interrupções por meio da recuperação da continuidade operacional no nível desejado de conectividade e controle entre as funções e as estruturas (PONOMAROV; HOLCOMB, 2009). Para Christopher; Peck (2004) a resiliência da cadeia de suprimentos é a habilidade de um sistema retornar a seu estado original, ou a um estado desejado melhor do que o anterior, após sofrer alguma ruptura.

Uma pesquisa realizada por Starr; Newfrock; Delurey (2003) define que resiliência é a habilidade e a capacidade de suportar as descontinuidades da rede e adaptar-se aos novos riscos do ambiente. Uma organização, para se tornar resiliente, precisa alinhar de forma efetiva suas estratégias, operações, sistemas de gerenciamento, estrutura de governança e a capacidades de decisão, estabelecendo transparência entre os membros da rede. Brandon-Jones et al. (2014) define a resiliência da cadeia de suprimentos, como a propriedade pela qual as cadeias de suprimentos são capazes de lidar com vulnerabilidades iminentes e possíveis interrupções, a busca por resiliência e responsividade está se tornando um fator de sucesso para todas as empresas líderes.

A indústria 4.0 e os sistemas inteligentes possuem processos firmes que interagem de maneira a ajudar a atenuar interrupções reais e, proativamente, evitar problemas futuros, quando possível (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019). A resiliência às interrupções da cadeia de suprimentos requer o monitoramento do ambiente, juntamente com a agilidade, em termos de capacidade de reconfigurar os recursos da cadeia de suprimentos diante de interrupções (AMBULKAR; BLACKHURST; GRAWE, 2015).

A partir dos conceitos apresentados, Blackhurst; Dunn; Craighead (2011), elaboraram a Framework de cadeias de suprimento resilientes, demonstrado na FIGURA 4 identificando os principais elementos redutores e potencializadores de resiliência. Este framework pode ser utilizado para avaliar o atual nível de resiliência da cadeia de suprimentos de uma empresa, bem como os seus segmentos.

FIGURA 4 – FRAMEWORK DE CADEIAS DE SUPRIMENTO RESILIENTES

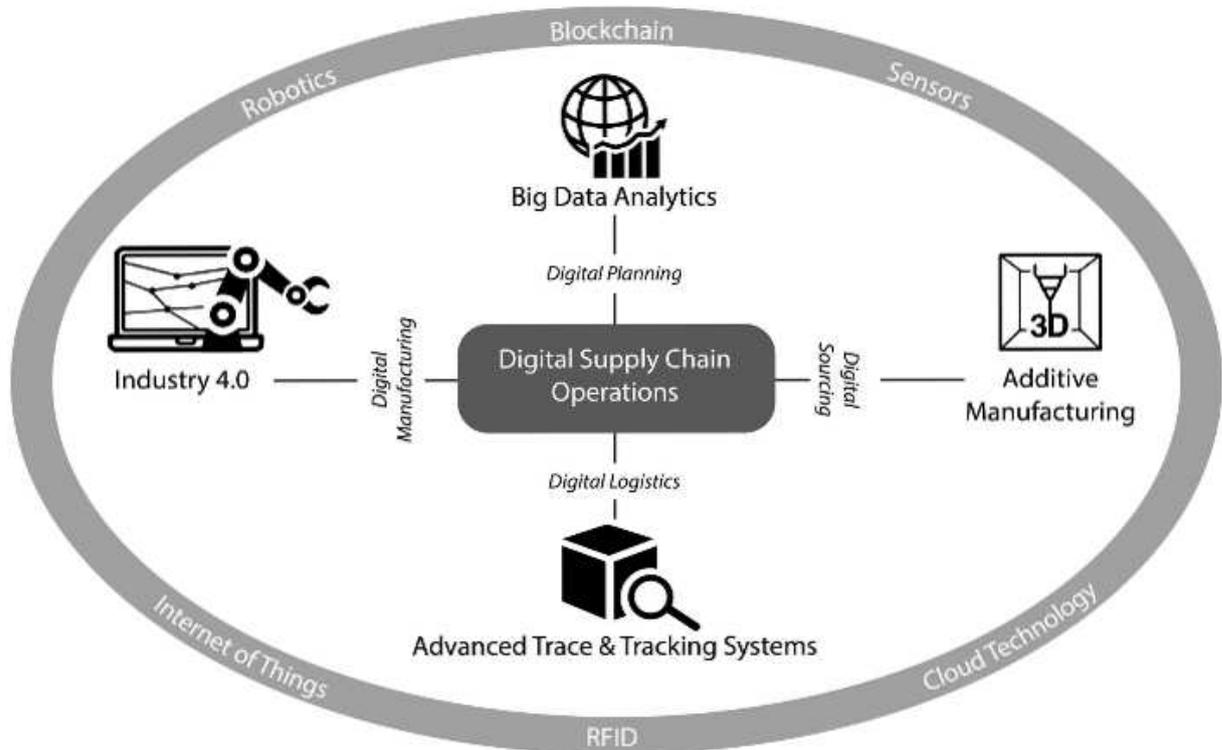


FONTE: O autor (2021), adaptado de Blackhurst et AL., (2011)

A resiliência na cadeia de suprimentos tem sido uma das grandes preocupações das organizações, pois, com resiliência a empresa busca encontrar a capacidade de recuperar-se dos distúrbios, retornando rapidamente ao processo desejado, onde toda a necessidade logística deve estar preparada para reagir, suportar e manter o nível de serviço na situação impactada.

As tecnologias digitais são um grande aliado para garantir a resiliência dentro da cadeia de suprimentos, segundo Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019) a análise de *big data*, manufatura aditiva, indústria 4.0 e as tecnologias avançadas de rastreamento, podem ser consideradas os quatro principais processos no modelo de referência de operações da cadeia de suprimentos, ou seja, planejar, originar, produzir e entregar, respectivamente. Tecnologias como, internet das coisas, tecnologia em nuvem, robôs e sensores facilitam as implementações técnicas do processo de busca por resiliência na cadeia de suprimentos digital. A estrutura de digitalização da cadeia de suprimentos está apresentada FIGURA 5.

FIGURA 5 – FRAMEWORK DE DIGITALIZAÇÃO DA GESTÃO DO RISCO DA CS



FONTE: Ivanov et al. (2019)

Ainda para o autor é necessário que, no **modo proativo**, o risco e a resiliência da cadeia de suprimentos sejam avaliados e incorporados nas etapas de design e planejamento. No **modo reativo**, a operacionalização de planos de contingência, como fornecedores alternativos ou rotas de remessa diferentes, deve ocorrer rapidamente na etapa de controle. Isso assegura a estabilização e recuperação, para manter a continuidade do fornecimento e impedir o impacto a longo prazo (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019).

Os autores Elluru et al. (2017), reforçam a teoria de que para se atingir a resiliência na cadeia de suprimentos digital se faz necessário a adoção de abordagens reativas e proativas, criando proteções que levam em consideração possíveis perturbações e interrupções, por meio de planos de contingência ou planejamento de suprimentos.

O estabelecimento dos fatores relacionados a resiliência descritas por Morisse; Prigge (2017), requer estratégias e conceitos multifacetados. Eles são agrupados em um modelo, no qual o autor denomina “casa da resiliência”, o modelo consiste em seis (6) componentes; existem dois (2) componentes básicos, a

compreensão do ambiente e a compreensão do próprio sistema, que formam uma base sólida; quatro (4) componentes, pessoas, tecnologia, processos e informações são componentes de suporte. Cada componente contém elementos específicos para resiliência. O modelo de resiliência está demonstrado na FIGURA 6, seguindo uma numeração de baixo para cima.

FIGURA 6 – MODELO DE RESILIÊNCIA PARA INDÚSTRIA 4.0



FONTE: O autor (2021), adaptado de Morisse; Prigge (2017).

O autor ainda destaca que a resiliência organizacional para o ambiente da indústria 4.0, inclui todos os níveis de uma organização e é descrita como uma propriedade de sistemas organizacionais relacionada a recursos inerentes e adaptáveis (MORISSE; PRIGGE, 2017).

Diante do exposto e baseado nas definições expostas na literatura, é possível fazer a seguinte definição: Resiliência na cadeia de suprimentos digital é a alta capacidade de resposta às interrupções de fluxo, rápida adaptação e recuperabilidade aos eventos inesperados que possam surgir em um determinado período, mantendo a continuidade das operações a um nível desejado.

2.5.1 Fatores relacionados a resiliência na CSD

Nesta seção estão descritos os fatores encontrados na literatura que estão associadas à resiliência na cadeia de suprimentos digital conforme demonstrado no QUADRO 3.

QUADRO 3 – FATORES RELACIONADOS A RESILIÊNCIA NA CSD

REFERÊNCIA	AUTORES									
A	(HOSSEINI; IVANOV; DOLGUI, 2019)									
B	(PAVLOV et al., 2019)									
C	(MORISSE; PRIGGE, 2017)									
D	(AMBULKAR; BLACKHURST; GRAWE, 2015)									
E	(SCHOLTEN; SCOTT; FYNES, 2014)									
F	(PEREIRA; CHRISTOPHER; LAGO DA SILVA, 2014)									
G	(JOHNSON; ELLIOTT; DRAKE, 2013)									
H	(WIELAND; WALLENBURG, 2013)									
I	(BLACKHURST; DUNN; CRAIGHEAD, 2011)									
J	(EROL; SAUSER; MANSOURI, 2010)									
FATORES	REFERÊNCIA DOS AUTORES									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Adaptabilidade	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
Agilidade	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X
Conectividade	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
Robustez	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
Redundância	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X
Recuperabilidade	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
Reconfigurabilidade	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X

FONTE: O autor (2021).

Os fatores descritos foram encontrados na literatura e baseiam-se em artigos relacionados à resiliência na cadeia de suprimentos digital, sendo consideradas complementares à definição integrada a resiliência na indústria 4.0. Dentre os artigos contidos no portfólio de pesquisa, na qual foi realizada utilizando os termos (*“Digital” OR “Technol*” OR “4.0” OR “Smart” OR “Intelligence”*) AND (*“Supply Chain” OR “Logistic”*)), constam as definições de autores que descrevem os fatores listadas anteriormente, como:

- **ADAPTABILIDADE:**

As cadeias de suprimentos como um sistema com capacidade de se adaptar e reestruturar é fundamental para minimizar as perdas por interrupções no processo (AMBULKAR; BLACKHURST; GRAWE, 2015). Demonstra a necessidade de uma organização incluir a capacidade de aprendizado contínuo, a adaptabilidade tem um componente oportuno, pois qualquer sistema pode se adaptar a mudanças, mas o tempo é crucial (EROL; SAUSER; MANSOURI, 2010). A adaptação pode levar a uma reestruturação da rede, com isso, as empresas utilizam estratégias adaptativas para melhorar a resiliência contra interrupções no fornecimento (ZHAO; ZUO; BLACKHURST, 2019).

- **AGILIDADE:**

A agilidade da cadeia de suprimentos geralmente se refere à capacidade da cadeia de suprimentos de adaptar rapidamente a estrutura de rede e a política de operações aos requisitos dinâmicos e turbulentos do cliente (DUBEY et al., 2018). Agilidade é a capacidade da empresa em responder rapidamente às mudanças no ambiente. O aumento da agilidade tem um impacto positivo na resiliência da organização, ajudando a mudar rapidamente seus processos e sistemas de negócios (EROL; SAUSER; MANSOURI, 2010). Uma cadeia de suprimentos resiliente a interrupções requer agilidade e monitoramento do ambiente em termos de poder reconfigurar os recursos da cadeia de suprimentos diante de interrupções (AMBULKAR; BLACKHURST; GRAWE, 2015). A agilidade não aumenta apenas a resiliência da cadeia de suprimentos, mas também tem um efeito positivo no valor criado para o cliente (HOSSEINI; IVANOV; DOLGUI, 2019).

- **CONECTIVIDADE:**

A cadeia de suprimento digital precisa ter conectividade e ser inteligente o suficiente para agir de forma autônoma (FATORACHIAN; KAZEMI, 2018). Para isso, se faz necessário ampla conectividade, alto nível de digitalização e automação no ambiente de produção e entre as organizações, o que demanda a integração de sistemas corporativos (RASHID; TJAHJONO, 2016). A conectividade contribui para a resiliência, pois facilita novas e mais informações que podem ser analisadas para prever mudanças e desenvolvimentos (MORISSE; PRIGGE, 2017).

- **ROBUSTEZ:**

A robustez é um dos principais contribuintes para a resiliência, pois vai além da confiabilidade e como os sistemas podem retornar ao seu estado original em caso de

dano (EROL; SAUSER; MANSOURI, 2010). O desempenho robusto da cadeia de suprimentos é insensível aos impactos negativos de interrupções (HE et al., 2019; IVANOV, 2019).

- REDUNDÂNCIA:

Uma maneira de alcançar a cadeia de suprimentos resiliente é criando redundâncias (KAMALAHMADI; PARAST, 2016). Ser redundante é manter capacidade ou recursos extras em paralelo para serem usados em caso de interrupção, a redundância aumenta a capacidade de adaptação da organização, pois fornece continuidade de função e aumenta a velocidade de adaptação a novas situações (EROL; SAUSER; MANSOURI, 2010). A redundância faz parte da reengenharia da cadeia de suprimentos para melhorar a resiliência da cadeia de suprimentos (TAN; ZHANG; CAI, 2019).

- RECUPERABILIDADE:

A tomada de decisões em áreas controle do efeito cascata com recuperação e adaptação, preocupa-se com o *design* de estruturas de rede resilientes, a análise da propagação de interrupções nessas estruturas e o planejamento das políticas de recuperação para o caso de interrupções (PAVLOV et al., 2019). Com ações de recuperação para alcançar o desempenho desejado, as cadeias de suprimentos precisam ser planejadas para serem estáveis, robustas e resistentes o suficiente para manter suas propriedades básicas, garantir a execução, e ser capaz de adaptar seu comportamento em caso de distúrbios (IVANOV; DOLGUI, 2019a).

- RECONFIGURABILIDADE:

A reconfiguração está interligada a capacidade de gerenciar efetivamente as interrupções da cadeia de suprimentos e reconfigurar os recursos e a estrutura após a ocorrência de um evento perturbador esse fator se tornou um recurso crítico de uma empresa (PAVLOV et al., 2019).

De acordo com as definições encontradas na literatura, as cadeias de suprimentos digitais resilientes possuem competências fundamentais que trazem agilidade e robustez aos sistemas, com processos conectados e redundantes que visam garantir a segurança e rapidez nas atividades; possibilitando através da capacidade de adaptação obter maior facilidade em se reconfigurar, proporcionando assim, o benefício de recuperabilidade rápida em casos de distúrbios.

2.6 RESPONSABILIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Nesse mundo competitivo de globalização e integração vertical, as cadeias de suprimentos (SC) precisam ser mais inteligentes com produtos eficientes e responsivos. Uma organização madura pode projetar sua cadeia de suprimentos capaz de se ajustar a flutuações de demanda e outras turbulências do mercado (RAJESH, 2017). Segundo Moyano-Fuentes; Sacristán-Díaz; Garrido-Vega (2016) para se obter responsividade, é necessário reduzir a incerteza, a equivocidade e aprimorar a capacidade de resolver possíveis conflitos com parceiros comerciais externos, e, portanto, é necessário investigar o impacto da integração interna nas atividades externas. Para Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer (2013) a responsividade da cadeia de suprimentos mede a capacidade de resposta dos clientes, ou seja, a responsividade da cadeia de suprimentos indica a capacidade de uma cadeia de suprimentos satisfazer as necessidades dos clientes.

A responsividade como forma de capacidade de resposta às solicitações dos clientes é um fator competitivo e essencial no atual ambiente de negócios do mercado global e volátil de hoje, com o aumento de variedades de produtos, encurtando os ciclos de vida e uma concorrência mais exigente (DANESE; ROMANO; FORMENTINI, 2013). Fornecer o produto certo, no momento certo ao cliente é o principal objetivo de qualquer cadeia de suprimentos. Para se tornarem mais responsivas, as empresas exigem mais velocidade e flexibilidade em suas cadeias de suprimentos, tornando-a mais ágil (CHRISTOPHER, 2000), ou seja trazendo mais responsividade para a cadeia de suprimentos. Gunasekaran; Lai; Edwin Cheng (2008) complementa a ideia destacando que a cadeia de suprimentos é uma peça-chave, com papel fundamental no desempenho organizacional.

Os avanços tecnológicos do passado levaram a graves interrupções, causando mudanças paradigmáticas na produção, na indústria e nas economias como um todo (LASI et al., 2014). Como destaque em relação a importância da utilização das tecnologias digitais para obtenção de uma cadeia de suprimentos responsiva Moyano-Fuentes; Sacristán-Díaz; Garrido-Vega (2016), descreve que as tecnologias avançadas de fabricação, normalmente programáveis, em conjunto com altos níveis de eficiência, podem fornecer grande flexibilidade às atividades envolvidas no projeto, planejamento, execução e controle das operações. As tecnologias digitais integradas, podem fornecer às empresas a flexibilidade e a velocidade necessárias para

responder melhor às necessidades dos clientes, obtendo-se assim responsividade na cadeia de suprimentos.

A indústria 4.0 pode ser descrita pela digitalização e automação do ambiente de produção, que juntamente com uma cadeia de suprimentos digital, permite a comunicação entre produtos, seus ambientes de negócios e usuários (OESTERREICH; TEUTEBERG, 2016). O foco é que as informações de qualquer ponto da cadeia de suprimentos, sejam capturadas e compartilhadas em tempo real (VERNADAT et al., 2018). Esse compartilhamento de informações em tempo real permite que decisões autônomas sejam tomadas em toda a cadeia de valor para melhor atender à demanda atual, em alguns casos até mesmo a um pedido específico do cliente, bem como análises preditivas para atender à demanda futura estimada (HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Com isso e baseado nas definições expostas nos artigos encontrados na literatura, é possível fazer a seguinte definição: Responsividade na cadeia de suprimentos digital é a habilidade em responder adequadamente às demandas dos consumidores, sendo capaz de satisfazer os anseios dos clientes de forma precisa, rápida e sem alterações do nível de qualidade do produto e dos serviços, atendendo prontamente a todas as solicitações.

2.6.1 Fatores relacionados a responsividade na CSD

Nesta seção são descritos os fatores encontrados na literatura que estão associadas à responsividade na cadeia de suprimentos digital, conforme demonstrado no QUADRO 4.

QUADRO 4 – FATORES RELACIONADOS A RESPONSABILIDADE NA CSD

REFERÊNCIA	AUTORES
A	(GIANNAKIS; SPANAKI; DUBEY, 2019)
B	(YAPA; LECTURER, 2017)
C	(MOYANO-FUENTES; SACRISTÁN-DÍAZ; GARRIDO-VEGA, 2016)
D	(MANDAL, 2015)
E	(SINGH, 2015)
F	(DOBRZYKOWSKI et al., 2015)
G	(ROH; HONG; MIN, 2014)
H	(KIM; SURESH; KOCABASOGLU-HILLMER, 2013)

FATORES	REFERÊNCIA DOS AUTORES							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Capacidade de resposta	x	x	x	x	x	x	x	x
Dinamismo	-	-	-	x	-	x	x	x
Inovação	-	-	x	x	-	x	x	x
Integração	-	x	x	-	x	x	x	-
Tecnológico	-	x	x	-	x	x	x	x
Velocidade	x	-	x	-	-	x	x	-
Visibilidade	x	x	x	x	x	-	x	-

FONTE: O autor (2021).

Os fatores foram encontrados na literatura e baseiam-se em artigos relacionados à responsividade na cadeia de suprimentos digital, sendo consideradas complementares à definição integrada a responsividade na indústria 4.0. Dentre os artigos contidos no portfólio de pesquisa, na qual foi realizada utilizando os termos (*“Digital” OR “Technol*” OR “4.0” OR “Smart” OR “Intelligence”*) AND (*“Supply Chain” OR “Logistic”*), constam as definições de autores que descrevem os fatores listadas anteriormente, como:

- **CAPACIDADE DE RESPOSTA:**

A alta capacidade de resposta se tornou a chave para a vantagem competitiva e mitigação de riscos, sendo necessária para o desenvolvimento de capacidades como as adaptativas necessárias para as situações de incertezas (MANDAL, 2015). A capacidade de resposta refere-se à capacidade de uma cadeia de suprimentos responder à demanda do mercado de maneira efetiva no tempo determinado, sem que os distúrbios e incertezas venham a interferir nos compromissos firmados (GIANNAKIS; SPANAKI; DUBEY, 2019).

- **DINAMISMO:**

As capacidades dinâmicas como a resiliência e a responsividade na cadeia de suprimentos, têm efeito significativo na melhora do desempenho de toda cadeia de suprimentos (ALTAY et al., 2018). Capacidades dinâmicas são as práticas organizacionais e estratégicas pelas quais as empresas alcançam novas alocações de recursos, dependendo das condições do mercado (EISENHARDT; MARTIN., 2000; KIM; SURESH; KOCABASOGLU-HILLMER, 2013). Uma cadeia de suprimentos ágil, necessariamente é dinâmica em suas estruturas e na configuração de relacionamentos (RAMIREZ-PEÑA et al., 2020).

- **INOVAÇÃO:**

Uma estratégia responsiva visa atender as necessidades dos clientes que favorecem a inovação, sendo apropriado para produtos inovadores caracterizado por ciclos de vida curtos e com maior variedade (DOBRZYKOWSKI et al., 2015). O desenvolvimento de novos produtos abre um espaço para uma variedade de parceiros da cadeia de suprimentos, com diferentes experiências, conhecimentos e perspectivas que promoverão uma cultura de colaboração entre eles (ROH; HONG; MIN, 2014).

- **INTEGRAÇÃO:**

O objetivo da integração é tornar a cadeia de suprimentos mais competitiva como um todo, ao em vez de melhorar o lucro das organizações de formas individuais (SINGH, 2015). Uma cadeia de suprimentos responsiva utiliza a integração sócio relacional, com fornecedores e clientes estratégicos, e a integração de processos tecnológicos, com fabricação avançada de produção (ROH; HONG; MIN, 2014). As tecnologias da informação, devido à sua capacidade de integração interna de vários processos e de integração externa com fornecedores e clientes, causou um grande impacto na natureza e na estrutura das cadeias de suprimentos (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2019).

- **TECNOLÓGICO:**

O implemento de novas tecnologias tem efeito positivo na responsividade da cadeia de suprimentos, atendendo de forma rápida a demanda, aumentando assim, a satisfação do cliente (KIM; SURESH; KOCABASOGLU-HILLMER, 2013). As organizações equipadas com tecnologia de fabricação avançada, tendem a criar capacidade de produção absorvente e variadas (ROH; HONG; MIN, 2014). Com o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, a área da logística torna-se mais autônoma, utilizando sistemas digitais e inteligência artificial para a tomada de decisões de forma descentralizada, com melhora na comunicação entre diversas áreas internas e externas às organizações (GRUNDSTEIN; FREITAG; SCHOLZ-REITER, 2017).

- **VELOCIDADE:**

A detecção rápida dos riscos e dos eventos inesperados que possam surgir na cadeia de suprimentos e as decisões tomadas com velocidade para mitigá-los, melhoram a reação da cadeia contribuindo positivamente para responsividade (GIANNAKIS; SPANAKI; DUBEY, 2019).

- VISIBILIDADE:

A visibilidade dos processos e das informações em toda a cadeia de suprimentos é uma das principais dimensões de uma cadeia de suprimentos responsiva, pois aumenta a sensibilidade da demanda, permitindo que todas as organizações da cadeia de suprimentos acessem as informações necessárias com transparência (SINGH, 2015). Para alcançar altos níveis de responsividade, as empresas precisam ter visibilidade de toda a cadeia de suprimentos, com velocidade necessária para responder rapidamente a mudanças e com a colaboração eficaz com fornecedores e clientes (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2019).

De acordo com as definições encontradas na literatura, as cadeias de suprimentos digitais responsivas possuem competências fundamentais que trazem benefícios como a alta capacidade de resposta para sempre atender as necessidades dos clientes, mesmo em momentos turbulentos, de forma dinâmica, com sistemas rápidos, inovadores, integrados, utilizando tecnologias digitais, para se ter processos transparentes e visíveis.

2.7 GERENCIAMENTO DE RISCO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A gestão estratégica das empresas requer um novo foco na redução de riscos que “se estende para além das quatro paredes de uma única empresa” (CHRISTOPHER; PECK, 2004). O gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos representa práticas proativas para gerenciar riscos e enfrentá-los efetivamente (COLICCHIA; STROZZI, 2012). Gerenciar a resiliência, aliada a responsividade da cadeia de suprimentos é um método proativo que pode complementar e melhorar a tradicional gestão do risco proporcionando uma continuidade dos negócios (PETTIT; FIKSEL; CROXTON, 2010).

Para Ho et al. (2015) existem cinco possibilidades comuns de riscos que surgem em vários tipos de cadeias de suprimentos, dentre eles o risco macro, risco de demanda, risco de fabricação, risco de suprimento e por fim o risco de infraestrutura, que podem ser os riscos de informação, de transporte ou financeiro. Essa classificação abrangente pode ajudar pesquisadores e profissionais a identificar vários tipos de risco com diferentes graus de impacto, externos e internos às cadeias de suprimentos.

Com base em algumas definições de gerenciamento de risco da cadeia de suprimentos Tang (2006), aborda o nível de determinados evento acontecer, como os riscos operacionais que são referidos às incertezas inerentes, como demanda incerta do cliente, fornecimento incerto e custo incerto. Os riscos de interrupção referem-se às principais interrupções causadas por desastres naturais e causados pelo homem, como terremotos, inundações, furacões, ataques terroristas, ou crises econômicas. O autor destaca que na maioria dos casos, os riscos de interrupção associados ao impacto nos negócios são muito maiores que os riscos operacionais.

As cadeias de suprimentos globais estão sob o risco contínuo de vários eventos, como rivalidades políticas, ataques terroristas, desastres naturais que interrompem as operações da cadeia de suprimentos e comprometem o desempenho (HOSSEINI; IVANOV; DOLGUI, 2019).

Diante dos relatos, observa-se que os riscos de rupturas, podem surgir de diversos pontos. Complementando as possibilidades de rupturas os autores relacionados no QUADRO 5, discutiram alguns tipos de risco para cadeia de suprimentos. Dos artigos selecionados alguns classificaram os tipos de risco em duas categorias, como interna e externa ou operacionais e interrupções. Outras categorias encontradas foram riscos organizacional ou interno como por exemplo os riscos de processo e de controle; risco relacionado à rede na cadeia de suprimentos como os riscos de demanda e fornecimento; e risco no ambiente externo como os desastres naturais, guerra, terrorismo e instabilidade política.

QUADRO 5 – TIPOS DE RISCOS COM POSSIBILIDADES DE RUPTURA

AUTORES	TIPOS DE RISCOS
Kumar; Anbanandam, (2020)	Mudanças climáticas, ataques terroristas, instabilidade política, doenças Transmissíveis.
Bubnova et al., (2018)	Riscos estratégicos: Devem ser tomados, pois podem trazer benefícios; Riscos evitáveis: Os que devem ser evitados, pois têm um impacto negativo; Riscos externos: Os que as organizações não controlam.
Baryannis et al., (2019)	Externo à rede (Ambiental - Macro); Interno à rede e externo à empresa: Fornecimento e demanda; Interno à empresa (organizacional): - Processo e Controle (Infraestrutura); Problema específico; Tomador de decisão específico.
Samvedi; Jain; Chan, (2013)	Fornecimento; demanda; processos e riscos ambientais.
Lin; Zhou, (2011)	Risco no ambiente externo; Risco na cadeia de suprimentos; Risco interno.
Tang; Nurmaya Musa, (2011)	Fluxo de material; riscos de fluxo financeiro e fluxo de informações.

Tummala; Schoenherr, (2011)	Demanda; atraso; perturbação; inventário; quebra de fabricação (processo); planta física (capacidade); fornecimento (compras); sistema; riscos soberanos e de transporte.
Kumar; Tiwari; Babiceanu, (2010)	RISCOS OPERACIONAIS INTERNOS: demanda; produção e distribuição; riscos de fornecimento RISCOS OPERACIONAIS EXTERNOS: ataques terroristas; desastres naturais; flutuações cambiais.
Olson; Dash, (2010)	RISCOS INTERNOS: capacidade disponível; operação interna; riscos do sistema de informação RISCOS EXTERNOS: natureza; sistema político; concorrente e riscos de mercado.
Ravindran et al., (2010)	VALOR EM RISCO: greve trabalhista; ataque terrorista; desastre natural ERRAR O ALVO: entrega tardia; falta de requisitos de qualidade.
Stecke; Kumar, (2009)	ATAQUES TERRORISTAS: Ataques à infraestrutura; Violência; Assassinato em massa; Ataques nucleares, químicos ou biológicos; Ameaças e propagandas para aterrorizar; Assassinato de políticos; Sabotagem de meios de transporte; Cyber-terrorismo. QUESTÕES NATURAIS: Desastres naturais; Destruição de infraestrutura; Ruptura de transporte; Perigos à saúde; Extremos climáticos; Fogo natural (erupções e incêndios florestais). ACIDENTES: Acidentes de transporte; Acidentes industriais. PROBLEMAS SOCIAIS E AMBIENTAIS: Greves; Problemas ambientais (mudanças no governo, no estilo de vida e na tecnologia da manufatura).
Trkman; McCormack, (2009)	RISCOS ENDÓGENOS: turbulência no mercado e na tecnologia RISCOS EXÓGENOS: eventos discretos (por exemplo, ataques terroristas, doenças contagiosas, greves dos trabalhadores) e riscos contínuos (por exemplo, taxa de inflação, alterações no índice de preços ao consumidor)
Blackhurst; Scheibe; Johnson, (2008)	Interrupções / desastres, dependência de fornecedores, qualidade, sistemas de informação, previsão, legal, propriedade intelectual, compras, recebíveis (contabilidade), riscos de estoque, capacidade, gerenciamento e segurança.
Manuj; Mentzer, (2008)	Fornecimento; demanda; riscos operacionais e outros.
Tang; Tomlin, (2008)	Fornecimento; demanda; processo; propriedade intelectual; riscos comportamentais e políticos / sociais.
Wagner; Bode, (2008)	Lado da demanda; lado da oferta; regulatório e jurídico; risco de infraestrutura e riscos catastróficos.
Bogataj; Bogataj, (2007)	Fornecimento, processo (produção ou distribuição), demanda, controle e riscos ambientais.
Tang, (2006)	RISCOS OPERACIONAIS: demanda incerta do cliente, fornecimento incerto e custo incerto; RISCOS DE INTERRUPTÃO: terremotos, inundações, furacões, ataques terroristas, crises econômicas.
Wu; Blackhurst; Chidambaram, (2006)	RISCOS INTERNOS: interno controlável, interno parcialmente controlável, interno incontrolável. RISCOS EXTERNOS: externo controlável, externo parcialmente controlável, externo incontrolável.
Cavinato, (2004)	Risco físico; financeiro; informativo; riscos relacionais e inovadores.
Christopher; Peck, (2004)	EXTERNO À REDE: risco ambiental; EXTERNO À EMPRESA, MAS INTERNO À REDE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: riscos de demanda e suprimento; Interno da empresa: processo e controle de riscos.
Harland; Brenchley; Walker, (2003)	Estratégico; operações; fornecem; cliente; imparidade de ativos; competitivo; reputação; financeiro; fiscal; riscos regulatórios e legais
Cranfield, (2003)	RISCO EXTERNO: Demanda; Ambiente; Fornecimento. RISCO INTERNO: Processos; Mitigação e Contingência; Controle.
Jüttner; Christopher, (2003)	Risco ambiental; Risco relacionado à rede; Risco organizacional.

FONTE: O autor (2021).

Riscos de interrupção são os eventos de baixa probabilidade, com graves impactos a longo prazo ou a curto prazo, podem variar em tipo, escala e natureza e são difíceis de prever e estimar (HE et al., 2019). Os tipos de riscos descritos anteriormente, indicam que as cadeias de suprimentos globais devem ser projetadas para suportar interrupções, recuperar-se rapidamente sem comprometer a demanda do cliente e seu desempenho (MISHRA; SINGH, 2020).

Diante da existência de um grande número de evento com possibilidade de causar a interrupção da cadeia de suprimentos, Ho et al. (2015) destaca que as empresas enfrentam riscos de diferentes tipos, alguns dos quais podem ser gerados dentro da empresa e outros surgirão de fora. O risco da cadeia de suprimentos existe sobre qualquer ameaça de interrupção no seu funcionamento. O risco pode ser gerado interna ou externamente à empresa. Para Cranfield (2003) um risco visível pode ser gerenciado, minimizado e até eliminado; um risco invisível é muito mais perigoso. Os riscos externos são, por definição, potencialmente maiores que os internos; eles não estão sob o controle direto da empresa focal. A FIGURA 7 ilustra essa ideia separando por grupos de riscos.

FIGURA 7 – GRUPOS DE RISCOS: EXTERNO E INTERNOS



FONTE: (CRANFIELD, 2003)

Os autores Ponomarov; Holcomb (2009), reforça o fato de que as rupturas na cadeia de suprimentos podem surgir de qualquer ponto, tanto de fontes internas quanto externas, sendo estas incidências inesperadas. A quantidade de distúrbios na cadeia de suprimentos está aumentando em número e frequência, afetando as operações, a estabilidade das empresas e, conseqüentemente, a capacidade em cumprir seus compromissos. Portanto, as cadeias de suprimentos devem buscar a resiliência e responsividade para superar e adaptar-se as vulnerabilidades ocorridas, respondendo de forma eficaz aos impactos negativos das rupturas das cadeias (CARVALHO et al., 2012).

O risco da cadeia de suprimentos é sobre qualquer ameaça de interrupção no funcionamento da cadeia seja eles internos ou externos à empresa. Os fatores externos são as áreas de risco mais comumente consideradas pelos gerentes. Os fatores internos do processo estão mais sob a direção da própria empresa e, portanto, são menos óbvios como fontes de vulnerabilidade (CRANFIELD, 2003). Os detalhes em relação a esses grupos de riscos estão apresentados no QUADRO 6.

QUADRO 6 – DEFINIÇÕES DOS GRUPOS DE RISCOS

GRUPOS DE RISCOS		DEFINIÇÃO	RISCOS
RISCO EXTERNO	Demanda	Refere-se a distúrbios potenciais ou reais no fluxo de produtos, informações e, neste caso, em dinheiro, provenientes da rede, entre a empresa focal e o mercado.	Riscos de processos, controles, dependências de ativos e infraestrutura das organizações a jusante e adjacente à empresa focal.
	Ambiente	Está associado a eventos externos e, da perspectiva da empresa, a eventos incontroláveis. Os riscos podem impactar a empresa diretamente ou através de seus fornecedores e clientes.	Incluem bloqueios de portos e depósitos que impedem o envio de produtos; Fechamento de uma área industrial inteira devido a incêndio ou derramamento de produtos químicos; Terremoto; Ciclone; Atividade vulcânica ou terrorista.
	Fornecimento	Incapacidade dos fornecedores de entregar os materiais necessários para atender efetivamente aos requisitos de produção, previsões de demanda, é uma falha de processos e controles.	Trata-se de quebra, escassez de materiais na cadeia do fornecedor, problemas de qualidade e retrabalho ou mau planejamento e, portanto, comprometimento com datas de entrega irreais.
RISCO INTERNO	Processos	Processos são seqüências de atividades geradoras e que agregam valor. A execução dos processos dependerá de ativos de propriedade ou gerenciados internamente e da infraestrutura funcional. O risco do processo está relacionado a interrupções nesses processos.	O risco refere-se à execução e está associado à variabilidade dos processos operacionais. Existe uma grande variedade de potencial de falhas dentro da empresa, da mesma forma que ocorre com fornecedores (risco de oferta) e clientes (risco de demanda).

	Mitigação e Contingência	A mitigação é uma proteção contra riscos incorporados nas próprias operações e, portanto, a falta de táticas de mitigação é um risco em si. Contingência é a existência de um plano preparado e a identificação de recursos que podem ser mobilizados no caso de um risco ser identificado.	Mitigação e contingência podem ser implementadas para compensar aspectos dos riscos de fornecimento, demanda, meio ambiente, processo e controle. As mitigações clássicas no gerenciamento da CS são: Inventário; Capacidade; Fonte dupla; Distribuição; logística; e Arranjos de backup.
	Controle	Controles são as premissas, regras, sistemas e procedimentos que governam como uma organização exerce controle sobre os processos. Em termos da cadeia de suprimentos, podem ser quantidades de pedidos, tamanhos de lotes, políticas de estoque de segurança entre outro. O risco de controle é decorrente da aplicação ou aplicação incorreta dessas regras.	O risco está associado às atividades de planejamento e gerenciamento da empresa, incluindo a qualidade, precisão e confiabilidade de seus procedimentos operacionais e sua conformidade com regulamentos e normas. Eles podem incluir: Erro sistemático de previsão; Métodos de agendamento inadequados; Falhas de controle contábil e financeiro; Falhas no controle da tecnologia da informação; Descumprimento do ambiente regulatório, leis.

FONTE: O autor (2021), adaptado de Cranfield, (2003)

O autor destaca que fazer conexões verticais e diagonais entre as áreas de dimensões externa e interna fornece uma inovação conceitual para entender como o risco é incorporado de maneira única nas cadeias de suprimentos de cada empresa.

Segundo Rajesh (2017) antes de fazer grandes investimentos em práticas de gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos, as organizações precisam identificar suas capacidades tecnológicas e suas influências na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos. Empresas imaturas demais em suas capacidades não podem implementar várias práticas de gerenciamento de riscos. Além disso, muitas das capacidades tecnológicas estão inter-relacionadas e têm competências para influenciar a outra (HUO, 2012).

2.8 OPERADORES LOGÍSTICOS

Cada vez mais presente nas Cadeias de Suprimentos Globalizadas o segmento de Operadores Logísticos (OL), vêm aumentando sua importância no cenário mundial, realizando a integração das atividades relacionadas à serviços logísticos, possuindo uma concepção de plataforma “one-stop-shopping”. Os fatores motivacionais desse crescimento está relacionado ao aprimoramento das cadeias de suprimentos e aumento da terceirização dessas funções logísticas (FILHO, 2020). A

contratação de organizações para gerenciar e controlar o setor logístico possui algumas vantagens como: redução de custos, melhoria no serviço e foco na competência principal da organização contratante (RODRIGUES et al., 2018).

De acordo com a Associação Brasileira de Operadores Logísticos (ABOL), órgão responsável pelos operadores logísticos no Brasil, os operadores logísticos são organizações responsáveis pelo fluxo logístico, destacando-se em suas atividades a armazenagem, a gestão de estoques e transportes. Os OL proporcionam: Prestação de serviços e projetos sob medida e de acordo com a demanda; Foco na redução do custo total, na cadeia logística de valor; Atividades integradas e flexibilidade nos projetos; Foco na melhoria dos níveis de serviço; Contratos de longo prazo; Entendimento da situação para solução de problemas.

Diante do exposto a ABOL (2020) define operador logístico como: pessoa jurídica que possui competências para prestar serviços simultâneos em no mínimo três atividades: (1) armazenagem da mercadoria dos seus contratantes em qualquer condição física e regime fiscal, (2) gestão de estoque das mercadorias armazenadas utilizando-se tecnologia adequada e (3) gestão de transporte das mercadorias em qualquer modal ao longo da sua cadeia. Por meio de um ou mais contratos, utilizando recursos próprios ou de terceiros.

Segundo Novaes (2007) operadores logísticos são prestadores de serviços que possui competência reconhecida em atividades logísticas, desempenhando funções que englobam todo o processo logístico de uma organização ou somente parte dele. O autor destaca a importância da integração das atividades logísticas, com um grau de sofisticação e avanço compatível com o observado nas modernas cadeias de suprimento. Christopher (2011) define operadores logísticos como empresas que fornecem uma gama de atividades de logística para seus clientes.

Bowersox; Closs (2007) afirmam que o nome comumente utilizado na indústria para representar os operadores logísticos é *third-party logistics (3PL)*. O autor classifica as empresas como baseadas em ativos ou não, onde a distinção básica entre elas são que as baseadas em ativos possuem e operam equipamentos de transporte e edifícios de armazenamento e as não baseadas em ativos se especializam em fornecer serviços de informações abrangentes, facilitando os acordos na cadeia de suprimentos. Portanto, os OL podem operar centros de distribuição, gerenciar entregas dos produtos, utilizar suas frotas para transporte ou realizar serviços de valor agregado como reembalagem (CHRISTOPHER, 2011).

Setores que lidam com alto nível de tecnologia, como os automotivo e de tecnologia da informação, e os de bens de consumo de alta velocidade, como farmacêutico e de varejo são os principais setores que adotaram em seus processos os serviços de operadores logísticos (MOTHILAL et al., 2012).

Durante a pandemia relacionada ao COVID-19, os Operadores Logísticos estão sendo reconhecidos como “serviços essenciais”, consolidando-se como provedores de soluções logísticas integradas, focadas em segurança, excelência operacional, competitividade, *compliance*, inovação tecnológica e sustentabilidade. O *e-commerce* é o setor que ganhou protagonismo nesse momento de pandemia (FILHO, 2020).

Um estudo realizado e publicado na ABOL descreve que as atividades gerais desenvolvidas pelos Operadores Logísticos são (FILHO, 2020):

1. Recebimento, carga, descarga e expedição;
2. Unitização e desunitização;
3. Fracionamento, consolidação e desconsolidação;
4. Movimentação de cargas;
5. Armazenagem geral, alfandegada, filial fiscal, depósito para terceiros, armazenagem frigorificada (i.e.: em qualquer condição e regimes fiscais);
6. Gestão de estoque (inventário) em toda a cadeia de valor;
7. Separação (*picking*), embalagem para transporte (*packing*), reembalagem, selagem (selos e lacres de segurança);
8. Etiquetagem (*labeling*), inserção de manuais e nacionalização de rótulos.
9. Montagem de kits (*kitting*) e processamento de pedidos;
10. Transporte (em qualquer modal) e o seu gerenciamento, quando realizado por terceiros (agregados e/ou autônomos);
11. *Crossdocking* e distribuição física;
12. Inspeção e controle de qualidade.

Estas atividades desenvolvidas de forma integrada, buscam atender todas as necessidades dos clientes, prestando serviço de alta qualidade. No QUADRO 7, estão apresentadas, as diferenças entre prestadores de serviços logísticos (PSL) tradicionais e operadores logísticos (OL).

QUADRO 7 – DIFERENÇAS ENTRE PSL E OL

Prestadores de Serviços Logísticos (PSL) tradicionais	Operador Logístico (OL) Third Party Logistics (3PL)
Expertise em atividades únicas, estanques, oferecendo serviços genéricos, padronizados.	Presta serviços e projetos sob medida, sob demanda (<i>by demand</i>).
Foco na redução de custo de tarifa (ex.: transporte e armazenagem).	Foco na redução do custo total, na cadeia logística de valor.
Vendas <i>spot</i> ou contratos de curto e médio prazo (meses ou até um ano).	Atividades integradas e flexibilidade nos projetos.
Negociações rápidas para fechamento do contrato (dias, ou semanas).	Foco na melhoria dos níveis de serviço.
Em geral, o responsável pela contratação não tem nível gerencial / direção.	Contratos de longo prazo (5 a 10 anos ou mais).
---	Entender a situação para solução de problemas.
---	Negociações demoradas (meses).
---	Contratação pelo nível gerencial/direção.

FONTE: O autor (2021), adaptado de FILHO, (2020).

A ABOL destaca que em um mercado pujante, que cresce a dois dígitos ao ano, ocupado por cerca de 275 empresas, com receita bruta de R\$ 100,8 bilhões ano, que gera mais de 1,5 milhão de empregos diretos e indiretos, e arrecada aproximadamente R\$ 14,7 bilhões em tributos e R\$ 11,5 bilhões em encargos trabalhistas, a ABOL detém cerca de 19,4% desse mercado, mostrando sua força em um mercado capilarizado e desconcentrado.

Segundo Filho (2020) a participação das empresas da ABOL no mercado pesquisado possui: Receita Operacional Bruta: R\$19,6 bilhões (19,4% do Total); Faturamento Médio Anual: R\$611 milhões (+66,94% do Total); Geração de Empregos Diretos: 30.000 (10,1% do Total); Geração de Empregos Diretos (Terceiros): 41.000 (7,8% do Total); Geração de Empregos Indiretos (Cadeias Periféricas): 64.610 (7,8% do Total); Total de Empregos Diretos e Indiretos: 135.610 (7,8% do Total).

Os operadores logísticos possuem um papel representativo na integração das Cadeias de Suprimento (BIANCHINI, 2018), e uma significativa representatividade no cenário nacional (ABOL, 2020). Sendo assim, considerando o cenário nacional e com base nos dados apresentados, justifica-se utilizar como população para este trabalho, os Operadores Logísticos do Brasil. Por estas razões, esta pesquisa está limitada ao estudo e análise do impacto das tecnologias digitais na resiliência e responsividade das cadeias de suprimentos de operadores logísticos do Brasil associados da ABOL. Os associados estão em todos os estados brasileiros, operam em todos os setores da economia, prestando todo o elenco de serviços logísticos, tanto nas grandes cidades quanto nos rincões mais distantes do país.

Neste capítulo foram apresentados os principais temas abordados nesta pesquisa, sendo estes a cadeia de suprimentos digital (CSD), fatores relacionados a CSD; modelo de gerenciamento da CSD; indústria 4.0; tecnologias na CSD; resiliência na CSD; fatores relacionados a resiliência na CSD; responsividade na CSD; fatores relacionados a responsividade na CSD; gerenciamento de risco da CS e operadores logísticos. Por meio da revisão da literatura, foi possível identificar as informações desejadas, para compor o embasamento e a fundamentação necessária a pesquisa em questão.

A revisão da literatura demonstrou que CSD possui sistemas inteligentes, com capacidade de trabalhar com grandes quantidades de dados, mantendo uma comunicação eficiente, ofertando serviços com alto valor agregado. As novas tecnologias aplicadas na cadeia de suprimentos, proporcionam agilidade, consistência e autonomia, possibilitando também a integração digital dentro e entre empresas, o que aprimora o sistema de fornecimento de produtos e serviços, obtendo-se assim, resiliência e responsividade.

Estudos relacionados a resiliência e responsividade dentro da cadeia de suprimentos digital ainda é prematuro, havendo poucos estudos existentes nesta área. No entanto, é fácil identificar na literatura a necessidade de se ter cadeias de suprimentos resilientes e responsivas, visando sempre atender a necessidade dos clientes, atender prontamente a todas as solicitações, independente dos distúrbios que possam acontecer realizando a prevenção dos processos produtivos, visando retorno rápido da continuidade operacional em casos de interrupções, adaptando-se a nova realidade para retornar ao estado original, ou até melhor que o anterior.

E por fim, em relação aos operadores logísticos, unidade de análise desta pesquisa é apresentada a definição deste segmento no Brasil, suas atividades e qual sua representatividade para o país, encerrando-se assim a revisão da literatura.

Com base nestas informações foram desenvolvidos o questionário e o roteiro da entrevista semiestruturada, buscando validar as informações desejadas, apontadas nos objetivos geral e específicos desta pesquisa. Os resultados estão apresentados no Capítulo 4, sendo apresentadas as relações entre o uso das tecnologias digitais e a resiliência e responsividade na cadeia de suprimentos, conforme dados adquiridos da revisão sistemática da literatura, os resultados da aplicação do questionário e das entrevistas e análise de conteúdo.

3 MÉTODOS DA PESQUISA

Metodologia é o campo em que se estudam os melhores métodos praticados em determinada área para adquirir e produzir conhecimento, já método é o processo utilizado para atingir um determinado fim ou para se chegar ao conhecimento desejado. Neste capítulo estão apresentados os aspectos metodológicos utilizados, demonstrando as principais etapas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho. Contempla a classificação da pesquisa, as etapas da pesquisa e do processo da revisão sistemática da literatura (RSL).

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa está classificada de acordo com a divisão proposta por Silva; Menezes (2005), contemplando cinco aspectos metodológicos, sendo eles, quanto a natureza da pesquisa, a forma de abordagem, os objetivos, os procedimentos técnicos e o processo de raciocínio. As características principais dessa pesquisa estão resumidas no FIGURA 8, para melhor entendimento, complementando também como procedimento o estudo de múltiplos casos.

FIGURA 8 – CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA



FONTE: O autor (2021).

Os critérios de classificação apresentados por Silva; Menezes (2005), caracterizam esta pesquisa como de natureza aplicada, pois concebe conhecimentos para aplicação prática e direcionadas à solução de problemas específicos. Para Mascarenhas (2012), a pesquisa aplicada estuda o problema em um contexto, na busca de soluções para os desafios enfrentados. Esse tipo de pesquisa é direcionado à prática, mas não pode deixar de incluir uma reflexão teórica.

Quanto a forma de abordagem a pesquisa se enquadra como qualitativa pois, segundo Yin (2016), fornece entendimento e interpretação por parte do pesquisador a respeito do contexto e da correlação entre sistemas, essa pesquisa é guiada por um desejo de explicar os acontecimentos, por meio de conceitos existentes ou emergentes. Para Mascarenhas (2012), a pesquisa qualitativa não possui etapas engessadas, nesta abordagem o pesquisador tem liberdade para desenvolver o estudo da forma que julgar adequada, no entanto, deve-se uma estrutura sólida e coerente, capaz de receber a aprovação dos membros da comunidade científica.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é caracterizada como exploratória, pois segundo Matias-Pereira (2019), nessa modalidade de estudo busca-se descobrir se existe ou não um fenômeno, tem a finalidade de investigar tópicos para adquirir maior conhecimento e embasamento sobre o tema pouco estudado. Para Gil (2018), esse tipo de pesquisa visa proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, onde seu planejamento tende a ser flexível, considerando assim os mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Ainda em relação aos objetivos, a pesquisa é descritiva, pois segundo Matias-Pereira (2019), esses estudos buscam examinar um fenômeno para descrever suas características de forma integral ou identificar possíveis relações entre variáveis. Já Cervo; Bervian; Silva (2007), descreve que esse tipo de pesquisa observa, registra, analisa e correlaciona as variáveis sem manipulá-las. A pesquisa descritiva busca descobrir, com eficácia, a frequência em que um fenômeno ocorre se há relação com outros, sua particularidade e características.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa bibliográfica, abrange toda a bibliografia já publicada em relação ao tema de pesquisa, é um conjunto de obras de toda natureza, que tem a finalidade conduzir o pesquisador ao assunto desejado, proporcionando o saber (FACHIN, 2017).

Segundo Gil (2018) a pesquisa enquadra-se como levantamento, pois as pesquisas deste tipo caracterizam-se pela interrogação direta das pessoas para se

conhecer o comportamento desejado. O processo ocorre através da solicitação de informações a um grupo de pessoas sobre o problema estudado para posterior análise dos dados coletados para obter as conclusões.

Ainda em relação aos procedimentos técnicos Gil (2018) destaca que o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada e consiste no estudo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu conhecimento detalhado. Para Yin (2015), um estudo de caso permite que os pesquisadores foquem em um caso específico e identifique uma perspectiva holística e do mundo real.

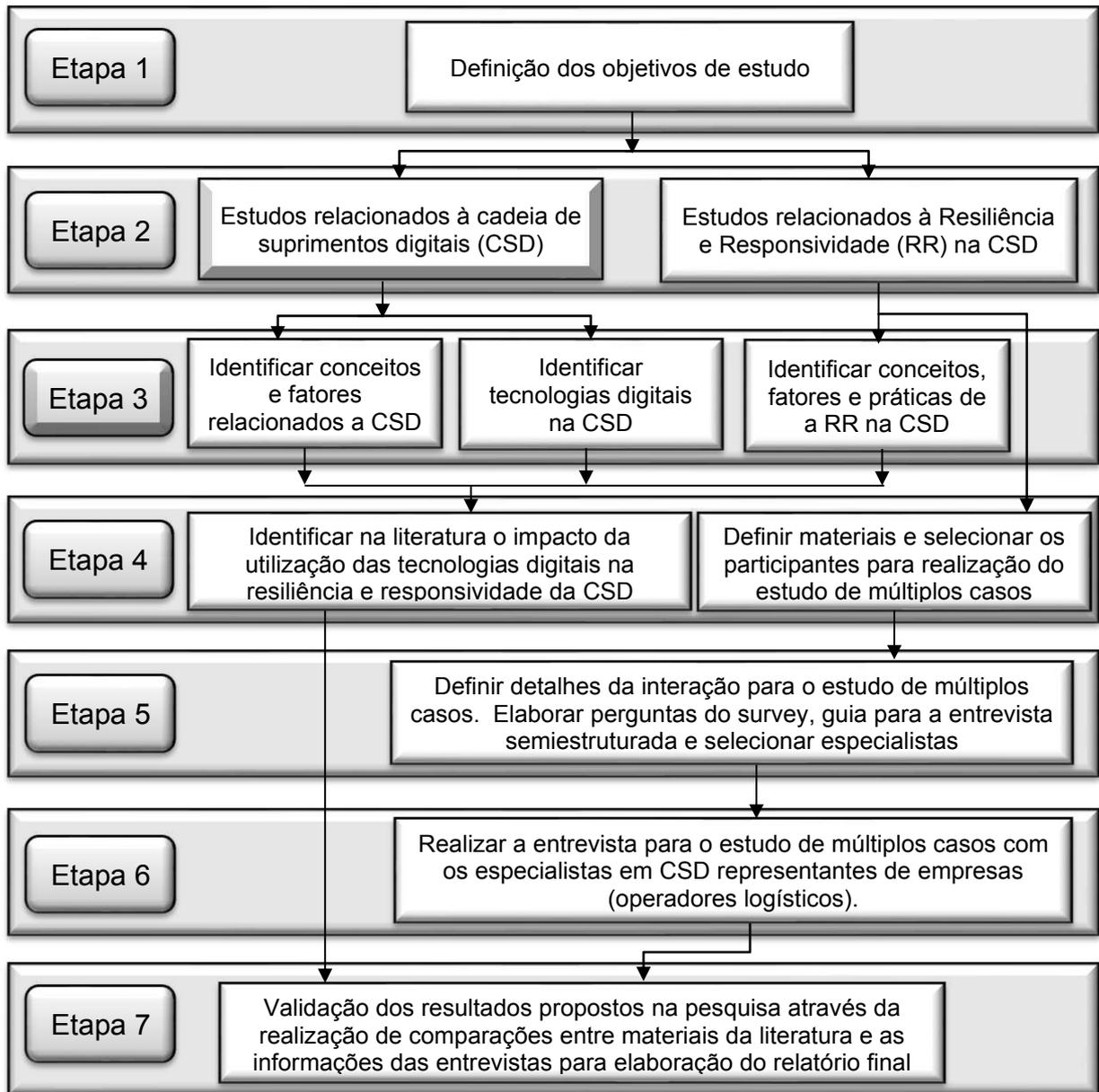
Por fim, quanto a linha de raciocínio adotada, o método que fornece a base lógica à investigação é indutivo, pois Marconi; Lakatos (2019), descrevem que indução é uma forma de pensar por intermédio do qual, partindo de dados particulares, infere-se uma verdade universal. Os argumentos indutivos levam a conclusões cujo conteúdo é maior que as premissas nas quais se basearam, sendo assim, se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão deve ser verdadeira.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Para alcançar os propósitos e objetivos determinados, foram previstas as etapas para o desenvolvimento da pesquisa, conforme demonstrado no fluxograma da FIGURA 9, que foi elaborado de acordo com (FONTELLES et al., 2009).

Na primeira etapa foram definidos os objetivos da pesquisa, mostrando sua relevância e fazendo uma breve apresentação dos pontos principais deste trabalho. A segunda e terceira etapa estão com os detalhes demonstrados na revisão da literatura, onde foram identificados os fatores centrais dos termos utilizados e as tecnologias utilizadas na CSD. Na quarta etapa serão identificadas na literatura o impacto das tecnologias digitais na resiliência e responsividade da CSD. A quinta, sexta e sétima são etapa voltadas a aplicação do estudo de caso múltiplo e comparação com os resultados encontrados na literatura para validação e elaboração do relatório final.

FIGURA 9 – ETAPAS DA PESQUISA



FONTE: O autor (2021)

3.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

O primeiro passo do pesquisador no desenvolvimento de um trabalho científico é encontrar materiais para construção de conhecimento em um determinado contexto. Com isso, a revisão da literatura em relação ao tema escolhido ocupa a posição introdutória no desenvolvimento de um projeto de pesquisa e retoma o conhecimento científico acumulado sobre o tema (AFONSO et al., 2011).

A revisão sistemática da literatura (RSL), segue uma série de etapas para encontrar os documentos dentro das bases de dados científicas, mas não ignora as publicações em que se verifique um reconhecimento por parte da comunidade acadêmica, especialmente artigos publicados em revistas científicas (FARIA, 2019). A RSL busca encontrar as principais pesquisas relacionadas à área de interesse, e com isso, fornecendo a base para a descrição dos conceitos do segundo capítulo e embasamento teórico para geração de resultados (BRYMAN, 2016).

Revisar a literatura de forma sistemática na construção do conhecimento, utilizando critérios para encontrar estudos sobre o assunto desejado, ajuda o pesquisador a ser claro, obter confiança na realização do trabalho e a identificar lacunas de conhecimento caso existam. Com a realização da RSL também é possível descrever a importância do tema de maneira embasada, utilizando artigos de qualidade e com definições de diferentes autores.

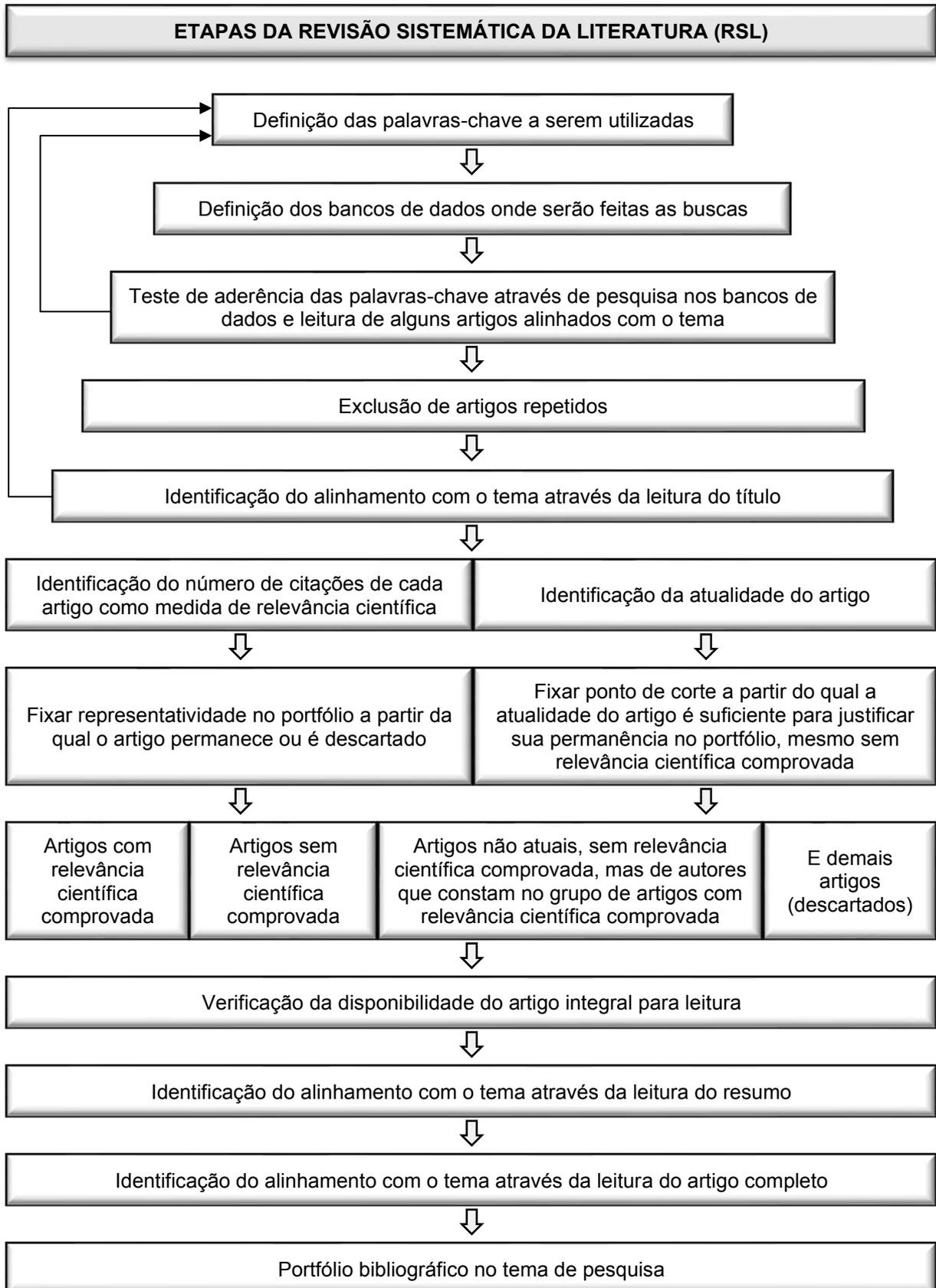
A fase de interação sobre o tema de pesquisa para adquirir conhecimento em relação ao tema em questão, baseia-se na metodologia *ProKnow-C (Knowledge Development Process – Constructivist)* descrita por Ensslin et al. (2010), no qual foi desenvolvida pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA). A metodologia ProKnow-C é formada por quatro etapas:

- a) Seleção do portfólio bibliográfico que proporcionará a revisão de literatura;
- b) Análise bibliométrica do portfólio bibliográfico;
- c) Análise sistêmica do portfólio bibliográfico;
- d) Elaboração dos objetivos de pesquisa.

Essa metodologia inicia-se pelo interesse do pesquisador sobre um determinado tema, para buscar conceitos, delimitações e restrições intrínsecas ao contexto acadêmico, em busca da construção do conhecimento selecionando artigos relevantes, a fim de iniciar uma pesquisa científica com fundamentação.

A metodologia utilizada para seleção do portfólio bibliográfico para adquirir conhecimento sobre o tema de pesquisa, consiste em uma série de procedimentos sequenciais que se iniciam desde a definição do mecanismo de busca de artigos científicos a ser utilizado, seguindo os procedimentos pré-estabelecidos, até atingir-se a fase de filtro e seleção do portfólio relevante sobre o tema. Na FIGURA 10 estão apresentadas as etapas do procedimento de forma resumida:

FIGURA 10 – PROCESSO DE SELEÇÃO DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO



FONTE: O autor (2021), adaptado de Ensslin, et al. (2010).

Diante do exposto, para estabelecer uma visão inicial sobre os temas abordados, a primeira fase foi constituída de revisão sistemática da literatura. A partir da definição do tema de pesquisa, foi identificado dois eixos principais de pesquisa: resiliência, responsividade e cadeia de suprimentos digital, definindo assim as palavras chaves iniciais para pesquisa nas bases de dados, utilizando as combinações booleanas conforme QUADRO 8.

QUADRO 8 – EIXO INICIAL DE PESQUISA E PALAVRAS-CHAVES

EIXOS	EIXO 1 PALAVRAS-CHAVES	OPERADOR BOLEANO	EIXO 2 PALAVRAS-CHAVES
TERMO ESTUDADO	<i>"Resilience"</i> <i>"Responsiveness"</i> OR	AND	<i>"Digital supply chain"</i>

FONTE: O autor (2021).

As combinações têm como finalidade direcionar a procura de documentos relacionados ao tema da pesquisa facilitando as análises das etapas seguintes. A procura inicial foi direcionada para todas as palavras contidas nos documentos, ou seja, uma busca realizada por tópicos e na sequência como forma de filtro a busca foi direcionada para os títulos dos documentos.

Na sequência foram identificados os artigos que possuem títulos alinhados com o tema de pesquisa, para realização de teste de aderência, comparando as palavras-chave desses artigos com as utilizadas na pesquisa. Com base na leitura dos artigos já desenvolvidos sobre o tema, foram identificadas as palavras-chaves apresentadas no QUADRO 9. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, outras palavras e termos característicos foram identificados e incorporadas às combinações.

QUADRO 9 – EIXO DE PESQUISA E PALAVRAS-CHAVES

Eixo 1 – palavras-chaves		Operador Booleano	Eixo 2 – palavras-chaves		Operador Booleano	Eixo 3 – palavras-chaves	
Termos	Operador Booleano		Termos	Operador Booleano		Termo	Operador Booleano
<i>"Resilience"</i> <i>"Responsiveness"</i>	OR	AND	<i>"Digital"</i> <i>"4.0"</i> <i>"Technol*"</i> <i>"Smart"</i> <i>"Intelligence"</i>	OR	AND	<i>"Supply Chain"</i> <i>"Logistic"</i>	OR

FONTE: O autor (2021).

Utilizando as combinações das palavras-chave demonstradas no QUADRO 9, foi possível encontrar os documentos através de uma busca de forma independente com apenas um eixo de pesquisa ou combinadas utilizando mais de um eixo de pesquisa. Com isso, é possível encontrar documentos referente a:

- a) Resiliência ou responsividade utilizando as combinações do Eixo 1;
- b) Cadeia de suprimentos (geral) utilizando as combinações do Eixo 3;
- c) Resiliência ou responsividade na cadeia de suprimentos utilizando as combinações dos Eixos 1 e 3;
- d) Cadeia de suprimentos digital utilizando as combinações dos Eixos 2 e 3;
- e) Resiliência ou responsividade na cadeia de suprimentos digital utilizando as combinações dos Eixos 1, 2 e 3;

Nesse sentido, foram realizadas pesquisas quantitativas nas principais bases de dados existentes e selecionada três internacionais com periódicos de boa precedência que contemplam grande parte dos principais periódicos sobre o tema em questão. Com isso foram selecionadas as seguintes bases de dados:

- a) *Scopus*;
- b) *Science direct*;
- c) *Web of science*.

Em relação ao idioma de origem dos artigos, nesta pesquisa inicial, não foram inseridas restrições, pois desta forma pode-se identificar todas as publicações independentes da sua localização. Para o tempo das amostras (período amostral), não foram inseridas restrições quanto ao período de publicação, pois, cadeia de suprimentos digital é um tema novo ainda em fase de desenvolvimento com poucos trabalhos publicados. Quanto à determinação do tipo de publicação foram considerados somente documentos do tipo Artigo e Livro. Foi utilizada a ferramenta *Mendley* (Mendeley.com) para junção e análise de todos os arquivos das 3 bases por assunto e para exclusão por duplicidade.

Em relação à forma de busca dos artigos publicados, inicialmente foi realizado uma pesquisa por tópicos, para encontrar todos os artigos que comentam sobre o tema em questão. E como uma forma de filtro inicial, na sequência foi realizada uma pesquisa nas bases de dados selecionadas, verificando os artigos que continham no título as palavras-chaves selecionadas para isso foi utilizado os recursos de filtro das próprias bases de dados. Os resultados detalhados da revisão sistemática da literatura estão demonstrados no APÊNDICE 1.

3.4 ESTUDO DE CASO

Estudo de caso é um dos diversos modelos propostos para produção de conhecimento em um campo específico, indicando princípios e regras a serem observados ao longo de todo o processo de investigação. Os estudos de caso, assim como outros métodos de pesquisa envolvem as etapas de formulação e delimitação do problema, da seleção da amostra, da determinação dos procedimentos para coleta e análise de dados, bem como dos modelos para sua interpretação. Com isso, é possível descartar qualquer definição que descreva o estudo de caso apenas como um método ou técnica de coleta de dados (GIL, 2009).

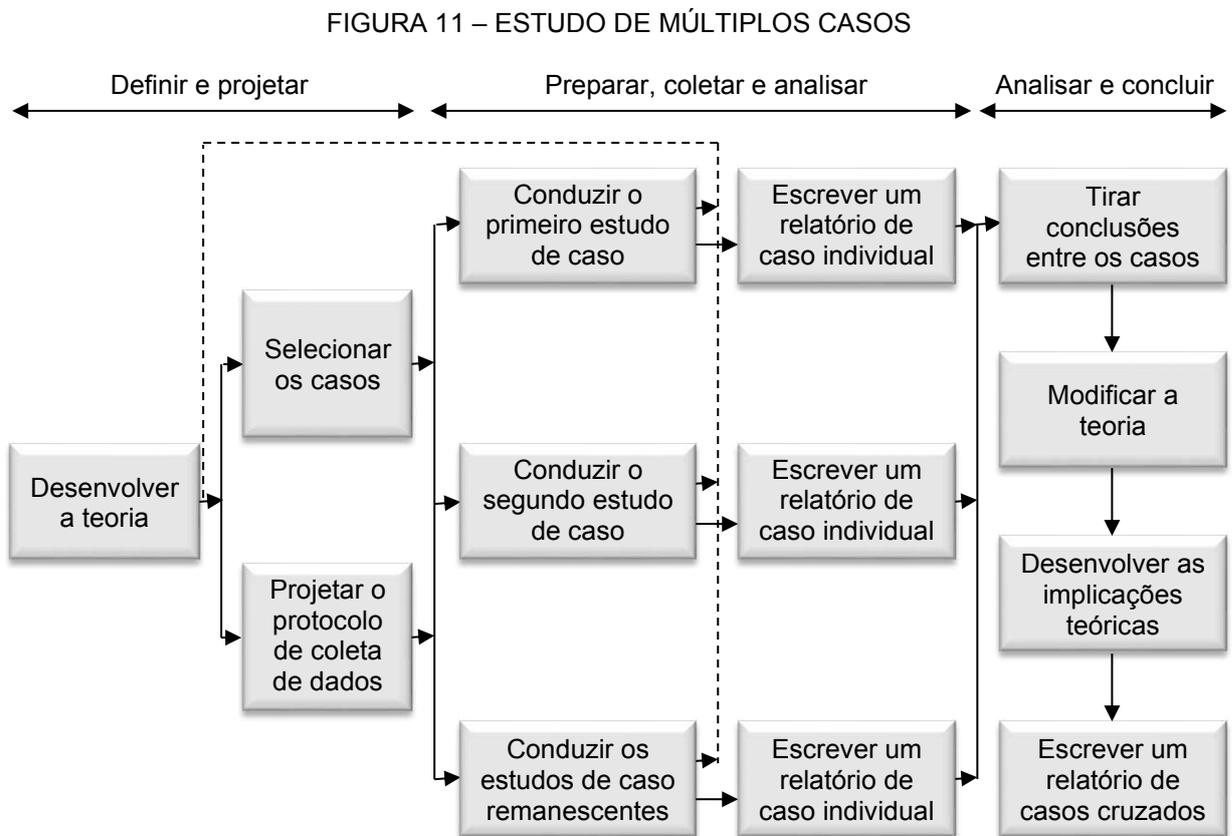
Na intenção de distinguir a pesquisa de estudo de caso de outros métodos de pesquisa, Yin (2015) descreve que o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga o “caso” em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes. Desta forma a pesquisa de estudo de caso deseja entender um fenômeno do mundo real e assumir que esse entendimento provavelmente englobe importantes condições contextuais pertinentes ao seu caso.

Para Martins (2008), o trabalho do estudo de caso para ser eficaz deve apresentar indicadores de confiabilidade dos instrumentos de coleta de dados utilizados, ou seja, deve ter seguido uma orientação de um protocolo detalhado, com evidências de que as respostas dos entrevistados seriam as mesmas se as questões fossem repetidas. Quando possível, o pesquisador deve testar, contrastar possíveis coerências entre os achados do estudo e resultados de outras investigações com semelhantes propósitos.

Segundo Yin (2018), um estudo de caso piloto ajudará a refinar os planos de coleta de dados com relação ao conteúdo dos dados e procedimentos a serem seguidos. Nesse sentido, é importante observar que um teste piloto não é apenas um pré-teste, mas sim uma pesquisa que visa auxiliar o pesquisador a desenvolver linhas de perguntas relevantes, com possibilidade de fornecer esclarecimentos conceituais para o desenvolvimento da pesquisa. Complementando, o pré-teste é a ocasião para um “ensaio formal”, no qual o plano de coleta de dados usado, seja o mais fiel possível ao plano final.

Segundo Yin (2015), os estudos com múltiplos casos é um tipo de pesquisa que tem aumentado sua frequência de realização nos últimos anos. O autor descreve

que um estudo pode conter mais do que apenas um caso, realizando assim, um projeto de casos múltiplos para tirar um conjunto único de conclusões. Por exemplo, após a descoberta de um resultado significativo de um único experimento, a prioridade subsequente seria replicar esse achado, conduzindo um segundo, terceiro e até mais experimentos. Na FIGURA 11 está demonstrado um fluxograma para o desenvolvimento de estudo com múltiplos casos.



FONTE: O autor (2021), adaptado de (YIN, 2015).

A fim de garantir a confiabilidade e validade do estudo de caso, deve ser realizado o planejamento do desenvolvimento do caso, da coleta dos dados, das estratégias dos trabalhos de campo e do conjunto de questões que refletiram as necessidades da pesquisa, com possíveis fontes de evidências, possibilitando assim que outro pesquisador, utilizando os critérios e ações enumeradas no protocolo, encontre resultados e evidências assemelhadas, quando do desenvolvimento de um caso de mesma natureza teórico empírica (MARTINS, 2008).

3.5 ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Conforme apresentado na FIGURA 11 – ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS de Yin (2015), após o desenvolvimento teórico, por meio aplicação da RSL, foi estabelecido o protocolo de coleta de dados, conforme demonstrado a seguir:

1. Pergunta de pesquisa: Definida no CAPÍTULO 1 deste estudo; quais os impactos da utilização das novas tecnologias, na resiliência e responsividade nas cadeias de suprimentos digitais?
2. Proposições: São condições iniciais de um estudo visando alcançar os objetivos. Para este estudo, propõe-se que cadeias de suprimentos digitais sejam resilientes e responsivas;
3. Unidade de análise: É a delimitação da pesquisa. Para este estudo são os Operadores Logísticos do Brasil;
4. Lógica que relaciona as proposições e dados: Os resultados obtidos por meio da realização de estudo de caso serão relacionados com as proposições definidas, buscando a validação das mesmas.
5. Interpretação dos resultados: Os critérios para a interpretação dos dados, será feito por meio da comparação entre as informações encontradas na RSL e as obtidas no estudo caso.

Estabelecido o protocolo de coleta de dados, existem seis fontes de evidências que podem ser utilizadas: artefatos físicos, documentação, entrevistas, observação direta, observação participante e registros em arquivos (YIN, 2015). Para estudo em questão, a fonte de evidência utilizada é a observação participante e a entrevista. A aplicação das entrevistas visa obter dados relevantes aos estudos Buscando validar as informações encontradas na literatura (GIL, 2008; MARCONI; LAKATOS, 2019).

Segundo os autores Gil (2008) e Yin (2015), existem 3 (três) principais tipos de entrevistas sendo estas definidas como estruturadas, semiestruturadas ou focais e não estruturadas.

- Entrevistas estruturadas: São desenvolvidas a partir de perguntas fixas sem variações na ordem e formas de aplicação.

- Entrevistas semiestruturadas: É definido um roteiro a ser seguido e tópicos de interesse, com um certo grau de estrutura, que guiam o entrevistador visando alcançar as informações desejadas.
- Entrevistas não estruturadas: Assemelha-se à uma conversa livre com objetivo de realizar a coleta de dados, ou seja, não possui roteiros,

Nesta pesquisa, o tipo de entrevista adotada para realização das conversas com os especialistas foi a semiestruturada. Como a pesquisa em questão é caracterizada como exploratória, a aplicação da entrevista semiestruturada enquadra-se no processo, pois seguem tópicos a serem abordados e permite aos entrevistados uma flexibilidade nas respostas e descrição de experiências profissionais (GIL, 2008; YIN, 2015). As diretrizes da entrevista foram definidas conforme proposto por (MARCONI; LAKATOS, 2019).

1. Contato inicial: Primeiro contato com a empresa para apresentação do propósito, objetivos e importância da pesquisa, buscando criar um vínculo e relação de confiança, para que a empresa escolha participar e direcione o especialista para entrevista;
2. Formulação das perguntas: Elaboradas de forma semiestruturadas, com coerência e cuidado para não gerar confusão aos participantes;
3. Registro de respostas: Registrar por completo as respostas durante as entrevistas, visando evitar o esquecimento e distorção de informações. O registro pode ser feito na forma escrita ou por gravação, caso seja autorizado e acordado com antecedência;
4. Término da entrevista: Manter a cordialidade, agradecendo a colaboração e disponibilidade do tempo, solicitar aprovação para divulgação dos dados obtidos e informar que se necessário será feito novo contato;
5. Requisitos importantes: São eles (i) Validação - Comparação dos dados com uma fonte externa; (ii) Relevância - As informações da entrevista devem estar relacionadas aos objetivos da pesquisa; (iii) Especificidade e clareza - Apresentando referência e esclarecendo conceitos; (iv) Profundidade – Relacionar os sentimentos e lembranças do entrevistado; (v) Extensão - Amplitude de resposta.

Os operadores logísticos no Brasil foram definidos como unidade de análise, sendo estes, convidados a participar do estudo de múltiplos casos. Em seguida, buscou-se identificar quais as principais organizações do segmento no país, utilizando-se como base os associados da ABOL e organizações multinacionais, com representatividade para o estudo, empresas que se enquadram como operadores logísticos, segundo critérios definidos pela ABOL. Uma vez definidas as organizações participantes, o contato foi realizado via *e-mail* e telefone, explicando importância e o objetivo da pesquisa. No primeiro contato, já foi esclarecido o perfil necessário do entrevistado, pois este, deve ser o especialista da área em questão e possuir conhecimento robusto sobre o funcionamento de toda cadeia de suprimentos.

As perguntas para guiar as entrevistas semiestruturadas foram elaboradas antes mesmo do início do primeiro contato, tomando como base os objetivos da pesquisa a serem alcançados e a validação das informações obtidas durante a realização da RSL. Foi elaborado um *survey*, conforme demonstrado no APÊNDICE 3 e entregue aos participantes antes da realização da entrevista, o *survey* visa antecipar questões relacionadas aos processos e as práticas encontradas na literatura que estão relacionadas a CSD resiliente e responsiva, para servir de apoio no momento das entrevistas, realizada posteriormente. Os registros das entrevistas foram feitos de forma escrita e por gravação, autorizada pelos entrevistados, mediante acordo prévio de uso exclusivo para a pesquisa em questão. As perguntas e os objetivos das mesmas estão apresentados no QUADRO 10.

QUADRO 10 – PERGUNTAS DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

PERGUNTAS	OBJETIVO
Com base nas tecnologias digitais apresentadas e possíveis aplicações, quais destas são utilizadas?	Identificar quais tecnologias digitais estão sendo utilizadas na empresa participante, visando validar as informações encontradas na literatura.
Em quais processos e qual a finalidade da utilização das tecnologias digitais apresentadas?	Verificar onde as tecnologias digitais estão sendo aplicadas, em quais processos e para quais finalidades.
Há indícios de melhora nos processos em que as tecnologias digitais foram aplicadas? Se sim, de que forma isso está sendo mensurado (indicadores)?	Verificar se houve melhora no processo, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

FONTE: O autor (2021).

Inicialmente todas as empresas associadas da ABOL foram convidadas a participar desta pesquisa, que visa reunir informações das empresas por meio de questionários. O foco foi identificar a maturidade das empresas em relação as tecnologias digitais. A partir do envolvimento neste método, as empresas foram convidadas a participar da entrevista semiestruturada. Conforme planejado as entrevistas foram realizadas de forma online com quatro operadores logísticos do Brasil, associados da ABOL que aceitaram participar da pesquisa, entendendo a relevância do estudo para o meio acadêmico e empresarial. Os resultados e análise do conteúdo estão apresentados no CAPÍTULO 4, onde foi realizada a comparação entre as informações coletas nas entrevistas com as obtidas na RSL, visando verificar se a teoria está alinhada ou diverge da prática.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo estão apresentados os resultados e análise da pesquisa, descrevendo os conceitos definidos em relação a CSD, resiliência na CSD e da responsividade na CSD, apresenta também os resultados das entrevistadas, bem como as informações obtidas e principais análises das mesmas, relacionando com os conceitos e embasamento teórico apresentado para avaliar a aplicação prática.

4.1 CONCEITO E FATORES RELACIONADO A CSD

A partir dos artigos encontrados na revisão sistemática da literatura foi possível conceituar os fatores relacionados a cadeia de suprimentos digital, conforme apresentado no QUADRO 11.

QUADRO 11 – CONCEITO DOS FATORES RELACIONADOS A CSD

FATORES	RESULTADO EM RELAÇÃO ÀS DEFINIÇÕES ENCONTRADAS
Inteligente	Capacidade de avaliar situações diversas de forma autônoma e as alternativas de curso de ação, permitindo-se tomar as melhores decisões sem intervenção humana.
Interconectividade	Refere-se as redes integradas e conectadas considerando todos os elementos da cadeia de suprimentos como clientes, fornecedores, sistemas de TI em geral, máquinas, dispositivos e produtos.
Instrumentada	São cadeias de suprimentos que utilizam em suas estruturas instrumentos especializados como sensores, transmissores, medidores, máquinas autônomas entre outros dispositivos conectados à rede.
Colaborativo	É a fase de cooperação entre todos os envolvidos nas etapas de desenvolvimento de produtos ou serviços da cadeia de suprimentos, contribuindo para desenvolvimento tecnológico de toda cadeia.
Flexibilidade	É a agilidade no processo de adaptação às mudanças que surgem na cadeia de suprimentos, buscando atender a demanda.
Integração	Processo de integração dos estágios de uma cadeia de suprimentos possibilitando o compartilhamento de informações a tomada de decisões assertivas e de forma conjuntas.
Adaptabilidade	Capacidade de se adaptar ao mercado de forma rápida e reconfigurar os processos da cadeia de suprimentos, se ajustando as constantes mudanças, para satisfazer as necessidades dos clientes.
Agilidade	Capacidade da cadeia de suprimentos identificar os eventos e responder as mudanças de curto prazo com rapidez e efetividade.
Transparência / Visibilidade	É tornar a cadeia de suprimentos claramente visíveis e transparentes em suas etapas, compartilhando automaticamente os acertos e as dificuldades encontradas no processo.
Inovador	É o desenvolvimento de novas ideias utilizando tecnologias para melhorar os processos e buscar soluções aos problemas que possam surgir.
Velocidade	Uso da digitalização para disseminar informações de forma rápida que possam apontar de imediato um evento ocorrido.

Automação	Implantação de sistemas controlados e executados por dispositivos mecânicos ou eletrônicos, para substituição do trabalho humano, buscando a redução de recursos de baixa eficiência, otimizando o fluxo de operações de forma segura.
Escalabilidade	Processo de oscilação para mais ou para menos, entre as etapas da cadeia de suprimento, variando de acordo com as necessidades dos processos ou dos clientes.
Ecológico / Sustentável	Realização de práticas sustentáveis e ações que minimizam os impactos ambientais como a redução das ineficiências e de desperdícios, desenvolvendo planos estratégicos sustentáveis.

FONTE: O autor (2021).

Os fatores relacionados a cadeia de suprimentos digitais demonstram que os processos de uma forma geral, se tornam inteligentes com a utilização de instrumentos inovadores, trabalhando de maneira autônoma, integrada e interconectada, buscando o atendimento e a satisfação do cliente, independente das perturbações que possam ocorrer no sistema.

4.2 CONCEITO E FATORES RELACIONADO A RESILIÊNCIA NA CSD

A partir dos artigos encontrados na revisão sistemática da literatura foi possível conceituar os fatores relacionados a resiliência na cadeia de suprimentos digital, conforme apresentado no QUADRO 12.

QUADRO 12 – CONCEITO DOS FATORES RELACIONADOS A RESILIÊNCIA NA CSD

FATORES	CONCLUSÃO EM RELAÇÃO ÀS DEFINIÇÕES ENCONTRADAS
Adaptabilidade	Capacidade de modificar e melhorar as operações com velocidade, em resposta aos desafios ou oportunidades
Agilidade	É ser ágil o suficiente para responder com facilidade aos eventos inesperados e as alterações no processo de abastecimento.
Conectividade	É uma cadeia de suprimentos conectada entre os diferentes estágios, de forma que possibilitam os sistemas agir de forma autônoma.
Robustez	É a capacidade da cadeia de suprimentos manter sua função, conforme desejado, independente de interrupções internas ou externas.
Redundância	É manter recursos extras que trabalham em paralelo, para serem utilizados em caso de perturbações ou eventos inesperados.
Recuperabilidade	Capacidade de se recuperar rapidamente, retornando ao estado normal de operação em um curto espaço de tempo.
Reconfigurabilidade	Capacidade configurar de formas diferentes os recursos e a estrutura após a ocorrência de um evento inesperado.

FONTE: O autor (2021).

Uma cadeia de suprimentos digital resiliente direciona suas atenções ao sistema de fornecimento e toda sua rede, buscando se antecipar aos problemas, gerenciando as vulnerabilidades, integrando e conectando os processos, para que seja possível tomar decisões de forma rápida, com alternativas para diversificar sua estrutura, com objetivos transparentes para se reconfigurar e se adaptar aos imprevistos que possam ocorrer nas operações, se recuperando assim, das perturbações e de eventos inesperados.

4.3 CONCEITO E FATORES RELACIONADO A RESPONSABILIDADE NA CSD

A partir dos artigos encontrados na revisão sistemática da literatura foi possível conceituar os fatores relacionados a responsividade na cadeia de suprimentos digital, conforme apresentado no QUADRO 13.

QUADRO 13 – CONCEITO DOS FATORES RELACIONADOS A RESPONSABILIDADE NA CSD

FATORES	CONCLUSÃO EM RELAÇÃO ÀS DEFINIÇÕES ENCONTRADAS
Capacidade de resposta	Refere-se à capacidade da cadeia de suprimentos responder rapidamente à demanda do mercado em tempo hábil e de maneira efetiva.
Dinamismo	Capacidade realizar novas alocações de recursos, alterando-os de acordo com as condições do mercado.
Inovação	Utilizar tecnologias inovadoras para aprimorar o processo de produção, aumentar a variedade de parceiros, ajudando a satisfazer as necessidades dos clientes.
Integração	Interligar toda rede interna e externa, do fornecedor ao cliente para aumentar a competitividade da organização.
Tecnológico	Processo de implementação de tecnologias para tornar a cadeia de suprimentos digital e inteligente para atender todas as solicitações.
Velocidade	Rapidez na produção, detecção dos riscos e nas tomadas de decisões para melhorar a reação de toda cadeia de suprimentos.
Visibilidade	Transparência e facilidade no acesso as informações necessárias para se ter uma cadeia de suprimentos responsiva.

FONTE: O autor (2021).

Uma cadeia de suprimentos digital responsiva, direciona seu foco na busca pela satisfação do cliente, utilizando tecnologias inovadoras em seus processos para obter uma rede flexível, ágil e dinâmica, com capacidade de resposta rápida para mitigar os riscos e adaptar-se os eventos inesperados e variabilidades, atendendo assim, as demandas exigidas em tempo hábil e mantendo a confiança do cliente.

4.4 PRÁTICAS DE RESILIÊNCIA E RESPONSABILIDADE

Além do resumo da RSL apresentados no APÊNDICE 1 – RESULTADOS DA REVISÃO DA LITERATURA, dos conceitos e fatores apresentados nos itens anteriores desse mesmo CAPÍTULO 4, outra contribuição importante deste trabalho está na relação estabelecida entre as operações das cadeias de suprimentos digitais e as práticas realizadas para tornar as cadeias de suprimentos resilientes e responsivas.

As práticas apresentadas a seguir foram definidas com base na revisão da literatura realizada anteriormente, bem como os processos operacionais que tem como base o modelo de cadeia de suprimentos digital proposto por (SELEME; ZATTAR; DETRO, 2020).

Nos QUADROS 14 a 21 são apresentadas as práticas de resiliência e responsividade relacionadas a cada um dos processos da cadeia de suprimentos. Os autores descritos nesses quadros, utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais em seus processos.

O processo de gestão de relacionamento com cliente, apresentado no QUADRO 14, visa atender todas as necessidades do cliente, solucionando problemas como alterações imprevistas de demanda à novos serviços, sem comprometer a qualidade de entrega (GUPTA et al., 2019a).

As práticas de resiliência e responsividade existentes na cadeia de suprimentos digitais visam deixar os clientes seguros e confiantes com relação aos seus pedidos, mantendo-se sempre informado sobre todos os serviços prestados, acompanhando com visibilidade e transparência cada etapa do processo demonstrando assim, que é capaz de retornar com a operação de forma ágil caso ocorra algum distúrbio.

Neste processo as tecnologias digitais que ganham destaque são *IoT*, *big data* e computação em nuvem, pois possibilitam aos clientes maior visibilidade e transparência dos serviços que estão sendo prestados, bem como o status em tempo real do processo de fabricação dos produtos, independentemente do tamanho e da quantidade de informações.

QUADRO 14 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM CLIENTE

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Gestão de relacionamento com cliente	Capacidade de resposta rápida às necessidades dos clientes.	Biocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Gupta et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Morisse; Prigge, (2017); Mishra; Singh, (2020); Pavlov et al., (2019); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Envio de informações em tempo real.	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Giannakis; Spanaki; Dubey,(2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019).
	Obtenção e análise da informação do cliente com colaboração de tecnologias.	Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Pavlov et al., (2019); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Integração ao sistema do cliente.	Biocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Dolgul et al., (2019b); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019); Rajesh, (2017).
	Prospecção de novos clientes.	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Pavlov et al., (2019).
	Capacidade de atender diferentes demandas e necessidades.	Gupta et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Morisse; Prigge, (2017); Mishra; Singh, (2020); Pavlov et al., (2019); Rajesh, (2017).

FONTE: O autor (2021).

Devido as incertezas de mercado e necessidades dos clientes, o processo de desenvolvimento de produto trata de desenvolver soluções para as organizações se manterem ativas. Nesta etapa as práticas resilientes e responsivas contemplam o conhecimento da capacidade de produção, agilidade, adaptabilidade e análise de riscos relacionados a implementação do novo produto ou serviço.

O processo demonstrado no QUADRO 15, possui as seguintes tecnologias digitais como destaque: *big data*, *IoT*, computação em nuvem, simulação e manufatura aditiva (impressão 3D). Para o desenvolvimento do produto a impressão 3D destaca-se, pois reduz a necessidade de se ter diferentes fornecedores, possibilita a redução dos níveis de estoque, lead times, e custos, essa tecnologia possibilita também a criação de novos produtos e processos (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; RAMIREZ-PEÑA et al., 2020).

QUADRO 15 – PRÁTICAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Desenvolvimento de produto	Capacidade de analisar a viabilidade de um novo produto/serviço.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer, (2013); Li et al., (2019); Pavlov et al., (2019); Ramirez-Peña et al., (2020); Rajesh, (2017).
	Identificação de melhoria no produto/serviço existente.	Li et al., (2019); Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer, (2013); Mishra; Singh, (2020).
	Compartilhamento de novos projetos pela Cadeia.	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Büyüközkan e Göçer, (2018); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Li et al., (2019); Mishra; Singh, (2020).
	Capacidade de entendimento de mercado.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Pavlov et al., (2019).
	Reconfigurar e adaptar os processos para atender as necessidades dos clientes.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Gupta et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Mishra; Singh, (2020); Morisse; Prigge, (2017); Pavlov et al., (2019); Ramirez-Peña et al., (2020); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Agilidade no desenvolvimento de novo serviço.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer, (2013); Li et al., (2019); Mishra; Singh, (2020). Pavlov et al., (2019).

FONTE: O autor (2021).

O QUADRO 16 apresenta o processo de gerenciamento de demanda da cadeia de suprimentos, onde sua principal atividade é identificar as necessidades dos clientes atuais, novos nichos e clientes em potencial. As práticas voltadas para resiliência e responsividade desse processo precisam ter foco na análise da variabilidade de mercado e na capacidade técnica dos envolvidos ao longo da CS.

Entre as tecnologias digitais que se destacam neste processo estão: *big data*, *IoT* e simulação. Utilizando o *IoT* é possível realizar a coleta de dados em tempo real, gerando um histórico com grande volume de informações (*big data*), para utilização em plataformas digitais que possibilita realizar simulação para diferentes cenários de demanda e incertezas do processo. Com isso, as organizações são capazes de tomar decisões realizando simulados, que visam identificar o melhor cenário, prever as vantagens e desvantagens, e assim, definir de forma antecipada as ações de contingência para mitigar os riscos identificados. Já a tecnologia computação em nuvem é utilizada para armazenar, de forma segura, a grande quantidade de

informações encontradas permitindo acesso rápido e integrando todas os interessados ao longo da CS.

QUADRO 16 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE DEMANDA

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Gerenciamento de demanda	Capacidade de resposta e conhecimento sobre variabilidade do mercado.	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Gupta et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Morisse; Prigge, (2017); Mishra; Singh, (2020); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019); Wu et al., (2016).
	Análise de recursos necessário para atender a demanda prevista.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Mishra; Singh, (2020); Pavlov et al., (2019).
	Reorganização dos processos para atender diferentes necessidades.	Bicocchi et al., (2019); Calatayud; Mangan; Christopher, (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer, (2013); Morisse; Prigge, (2017); Mishra; Singh, (2020).
	Retorno ao cliente de forma ágil e assertiva.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Gupta et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer, (2013); Pavlov et al., (2019).
	Customização dos serviços de acordo com a demanda do cliente.	Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Rajesh, (2017).
	Capacidade de simular tendências diferentes cenários e propor soluções.	Bicocchi et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Morisse; Prigge, (2017); Mishra; Singh, (2020); Pavlov et al., (2019); Rajesh, (2017).

FONTE: O autor (2021).

O QUADRO 17 apresenta o processo de gerenciamento de ordem de distribuição, que trata de atividades voltadas a distribuição de produtos, de acordo com a demanda exigida. As práticas encontradas possibilitam visibilidade, com acesso aos locais de forma remota, abrangendo grandes áreas de entrega.

Para isso, destaca-se o uso de sensores e *RFID*'s para rastreabilidade, de forma a permitir a tomada rápida de decisão em situações turbulentas como acidentes, eventos da natureza, entre outros possíveis eventos. Os dados coletados são compartilhados e utilizados em trabalhos que visam a otimização de rotas, para ganhar agilidade, definir carregamento de acordo com destino para reduzir, entre outros. Em relação aos veículos autônomos, destaca-se o uso de drones para entregas em áreas de difícil acesso, para verificação das condições de um

determinado local para futuras necessidades e para trabalhos que precisam de maior segurança e redução de riscos.

QUADRO 17 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE ORDEM DE DISTRIBUIÇÃO

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Gerenciamento de ordem de distribuição	Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Mishra; Singh, (2020); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019); Rajesh, (2017).
	Roteirização.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Mishra; Singh, (2020); Pavlov et al., (2019).
	Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Giannakis; Spanaki; Dubey, (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Mishra; Singh, (2020); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019).
	Automatização de entrada e saída de pedidos.	Byüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Mishra; Singh, (2020); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Previsão e planejamento dos prazos de entrega.	Butner, (2010); Büyüközkan e Göçer, (2018); Mishra; Singh, (2020); Wu et al., (2016).
	Uso de sensores em ativos em geral.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Pavlov et al., (2019).

FONTE: O autor (2021).

O gerenciamento de movimento e capacidade apresentado no QUADRO 18 é um processo de armazenagem eficiente de insumos e produtos, possibilita a gestão e controle de estoque com qualidade. Dentre as práticas de resiliência e responsividade, existe a transparência e visibilidade no armazenamento dos itens e compartilhamento em tempo real das informações.

Neste processo os sensores e *RFID*'s podem ser utilizados em produtos e nos armazéns visando melhorar o controle e acompanhamento de estoque, facilitando também a organização desses processos.

As informações obtidas através dessas tecnologias digitais, podem ser compartilhadas em tempo real com os clientes, utilizando-as em simulações para melhor distribuição de produtos, proporcionando assim, um processo organizado de forma otimizada.

No entanto, a tecnologia de destaque neste processo é o veículo autônomo, utilizados para movimentações de produtos, materiais e desenvolvimento de algumas atividades que exigem esforço físico. Com a realização da leitura dos artigos foi possível verificar que o uso de veículos autônomos, mesmo com alto investimento para instalação, o sistema confere bom retorno financeiro, pois possibilita movimentos precisos durante as rotas, organização de armazéns e facilita o manuseio de produtos.

QUADRO 18 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE MOVIMENTO E CAPACIDADE

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Gerenciamento de movimento e capacidade	Capacidade de gerenciar os ativos.	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019); Rajesh, (2017); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Automação das movimentações.	Büyüközkan e Göçer, (2018); Mishra; Singh, (2020).
	Uso de sensores no controle e processos de armazenagem.	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Cavalcante et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Pavlov et al., (2019); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Adaptabilidade em alterar as atividades do operador (mão de obra ágil e dinâmica).	Bicocchi et al., (2019); Cavalcante et al., (2019); Gupta et al., (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Capacidade de resposta rápida para alteração de layouts.	Bicocchi et al., (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Mishra; Singh, (2020); Rajesh, (2017).

FONTE: O autor (2021).

No processo de gerenciamento de fluxo financeiro, apresentado no QUADRO 19, as práticas estão voltadas ao acesso às informações, facilidade dos fornecedores e clientes receber as cobranças, consultar valores, verificar os status das finanças, históricos, entre outras informações financeiras.

Com isso, as tecnologias digitais de destaque são *big data* e *IoT*, visto que contribuem para coleta, armazenamento e análise de dados, devido a essa grande quantidade de informações a computação em nuvem destaca-se para armazenamento de dados na nuvem, facilitando assim, o compartilhamento de forma segura. De posse das informações coletas é possível realizar simulações visando gerenciar riscos e criar cenários econômicos diferentes para se antecipar as necessidades e tomadas de decisões estratégicas.

A tecnologia digital *blockchain* destaca-se, pois, seu uso está relacionado à confiabilidade, segurança e transparência nas transações financeiras. Durante a leitura dos artigos foi possível verificar que as organizações estão utilizando essa tecnologia para firmar contratos e enviar cobranças aos seus clientes, sem a possibilidade de excluir dados, o que torna a cadeia de suprimentos transparente e segura.

QUADRO 19 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE FLUXO FINANCEIRO

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Gerenciamento de fluxo financeiro	Transações financeiras (cobranças, faturamento e liquidação de contas).	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Calatayud; Mangan; Christopher, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Mishra; Singh, (2020).
	Compartilhamento colaborativo de dados financeiros.	Bienhaus; Haddud, (2018); Dolgul et al., (2019b); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Min, (2019); Pavlov et al., (2019).
	Análises de riscos do mercado financeiro.	Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Li et al., (2019); Min, (2019); Pavlov et al., (2019).
	Acesso às informações.	Bicocchi et al., (2019); Dolgul et al., (2019b); Giannakis; Spanaki; Dubey, (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer, (2013); Li et al., (2019); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019); Rajesh, (2017).

FONTE: O autor (2021).

O processo de gerenciamento de relacionamento com fornecedores é apresentado no QUADRO 20, o principal destaque neste processo é a parceria estabelecida com os fornecedores, compartilhar as necessidades e adaptar os processos da melhor forma para atender os clientes.

As tecnologias identificadas neste processo de gerenciamento de relacionamento com fornecedores são a *big data*, *IoT* e computação em nuvem, utilizadas para realizar coletas, grandes armazenamentos possibilitando a realização de análises dos dados de todo o processo produtivo, onde, através do tratamento dos dados, é possível segregar as informações e compartilhar apenas as necessárias, sem expor dados confidenciais dos clientes.

QUADRO 20 – PRÁTICAS NA GESTÃO DE FORNECEDORES

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Gerenciamento de relacionamento com fornecedores	Compartilhamento informações a questões operacionais e estratégicas.	Bicocchi et al., (2019); Büyüközkan e Göçer, (2018); Chen; Das; Ivanov, (2019); Giannakis; Spanaki; Dubey,(2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Oh; Jeong, (2019); Pavlov et al., (2019).
	Integração ao sistema do fornecedor.	Calatayud; Mangan; Christopher, (2019); Chen; Das; Ivanov, (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Oh; Jeong, (2019).
	Seleção de fornecedores.	Barbosa-Povoa; Pinto, (2020); Calatayud; Mangan; Christopher, (2019); Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Adaptar e customizar as solicitações de mudança.	Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019); Ramirez-Peña et al., (2020).
	Gestão de riscos.	Baryannis et al., (2019); Bubnova et al., (2018); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019a); Kim; Suresh; Kocabasoglu-Hillmer, (2013); Kumar; Anbanandam, (2020); Pavlov et al., (2019).

FONTE: O autor (2021).

Por fim, o processo de devolução e fim da vida, que está apresentado no QUADRO 21, visa o planejamento do ciclo de vida de produtos e serviços, que pode ser realizado ao longo de seu desenvolvimento. As tecnologias identificadas neste processo basicamente são a *big data*, *IoT* e simulação. O ciclo de vida pode ser simulado, utilizando dados coletados por meio de sensores. De acordo com os dados coletados em relação ao produto é possível estabelecer formas adequadas de descarte, analisar possíveis riscos e realizar os testes que forem necessários.

QUADRO 21 – PRÁTICAS NO PROCESSO DE DEVOLUÇÃO E FIM DA VIDA

PROCESSO DA CS	PRÁTICAS	AUTORES
Devolução e Fim da Vida	Garantir que o ciclo de vida ocorra de acordo com a análise de demanda planejada.	Hosseini; Ivanov; Dolgui, (2019); Ivanov; Dolgui; Sokolov, (2019);

FONTE: O autor (2021).

Nesta seção foram apresentadas as práticas relacionadas a cada processo da cadeia de suprimentos digital. Na seção a seguir serão apresentados os resultados das entrevistas, bem como as percepções e análises.

4.5 RESULTADO DAS ENTREVISTAS MULTICASO

Para realização da pesquisa foram utilizadas como unidade de análise as empresas identificadas como operadores logísticos; empresas que executam diversas operações relacionadas a cadeia de suprimentos, com foco em transporte, armazenagem e gestão de estoque. Segundo a ABOL (2020), os operadores logísticos que atuam no Brasil são caracterizados e distribuídos entre as CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas), conforme QUADRO 22.

QUADRO 22 – SEGMENTO DE ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS POR CNAE

DESCRIÇÃO CNAE	PORCENTAGEM DE OPERADORES LOGÍSTICOS
Transporte (em qualquer modal ou condição)	88,00%
Armazenagem (em qualquer regime fiscal e/ou condição física)	94,00%
Carga e descarga	58,00%
Atividades relacionadas à organização de transporte de carga	50,00%

FONTE: O autor (2021), adaptado de ABOL (2020).

Segundo ABOL (2020), os operadores logísticos são contratados por empresas embarcadoras, para realização de operações como: armazenagem, gestão de estoques, transporte rodoviário, separação de carga e embalagem, gestão de centros de distribuição, logística reversa, distribuição de cargas, entre outras. As áreas de atuação dos operadores logísticos no Brasil, estão demonstradas no QUADRO 23.

QUADRO 23 – REGIÃO DE MAIOR ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS

REGIÃO	PORCENTAGEM DE ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS
Norte – N	25,49%
Nordeste – NE	43,14%
Centro Oeste – CO	37,25%
Sudeste - SE	92,16%
Sul -S	62,75%
América Latina	23,53%

FONTE: O autor (2021), adaptado de ABOL (2020).

A presença espacial ampla dos operadores logísticos é enriquecida com a diversidade dos setores de atuação, conforme mostrado no QUADRO 24. Observa-se uma grande variedade de serviços prestados, ou seja, os operadores logísticos no Brasil carregam transversalidade marcante em todas as fases das cadeias de suprimentos e distribuição, consolidando sua importância nos mercados de matérias primas, alimentação das linhas de produção, e distribuição de produtos e serviços, chegando até o consumidor final.

QUADRO 24 – SETORES DE ATUAÇÃO DOS OPERADORES LOGÍSTICOS

SETOR	PORCENTAGEM DE OPERADORES LOGÍSTICOS OPERANDO NO SETOR
Automotivo e autopeças	58,82%
Saúde humana - Fármacos	56,36%
Químicos e agroquímicos	52,94%
Cosméticos	52,94%
Alimentos e bebidas	52,84%
Eletroeletrônicos	50,98%
Varejo	43,14%
Vestuário e Têxtil	39,22%
Saúde animal	33,33%
Metal - Mecânico	31,37%
Petroquímicos	31,37%
Agrícola	31,37%
Higiene e limpeza	27,45%
Óleo e Gás	23,53%
Telecomunicações	21,57%
Comércio eletrônico	21,57%
Tecnologia industrial e de serviços	17,65%
Serviços bancários	7,84%

FONTE: O autor (2021), adaptado de ABOL (2020).

Em relação a unidade de análise, as empresas selecionadas para compor este estudo de múltiplos casos são caracterizadas como operadores logísticos e fazem parte de cadeias de suprimentos digitais, conforme definição da ABOL (2020). Essa definição de cadeia de suprimentos digital relata que é um conjunto de empresas integradas por meio de tecnologias inteligentes e de alta capacidade de processamento, colaborando de maneira sistemática e proporcionando maior capacidade de resposta e resultados eficientes no curto e no longo prazo.

De maneira geral a similaridade entre as empresas selecionadas está na utilização de tecnologias digitais com o objetivo de melhorar sua colaboração e comunicação entre as empresas da cadeia de suprimentos; obter maior capacidade de resposta nas operações logísticas e flexibilidade para atender as necessidades dos

clientes de forma rápida. As empresas também apresentam três características principais: Representatividade no mercado nacional; abrangência no território nacional; e robustez na operação. Para realização da pesquisa foram convidados todos os operadores logísticos caracterizados conforme e critérios da ABOL e seus associados que estão apresentados no QUADRO 25.

QUADRO 25 – EMPRESAS ASSOCIADAS A ABOL

ITEM	EMPRESA	SITE
1	Andreani logística Ltda.	http://www.andreani.com.br/
2	BBM Logística S.A.	https://www.bbmlogistica.com.br/
3	Biomedical distribution mercosur Ltda.	https://www.bomigroup.com
4	Brado logística S.A.	https://www.brado.com.br/
5	Cooperativa de transp. de cargas do est. de SC	https://www.coopercarga.com.br/
6	DHL Logistics (Brazil) Ltda.	https://www.dhl.com/br-pt/home.html
7	Fedex Brasil logística e transportes S.A.	https://www.fedex.com/pt-br/home.html
8	FM Logistic do Brasil operações logísticas Ltda.	https://www.fmlogistic.com/
9	GAFOR S.A	http://www.gafor.com.br/pt-BR
10	GEFCO Logística do Brasil Ltda.	https://br.gefco.net/pt-br/
11	GEODIS Logística do Brasil Ltda.	https://geodis.com/br
12	Transportes toniato Ltda	https://www.grupotoniato.com.br/
13	ID do Brasil logística Ltda.	https://www.id-logistics.com.br/
14	JSL S.A.	https://www.jsl.com.br/pt_BR/
15	Localfrio S.A. Armazens gerais frigoríficos	https://www.localfrio.com.br/pt/
16	Multilog S.A.	https://site.multilog.com.br/
17	Mundial logística integrada Ltda.	https://mundiallogisticsgroup.com.br/
18	Penske logistics do Brasil Ltda.	https://www.penskelogistics.com/
19	Prosegur logística e armazenamento Ltda.	https://www.prosegur.com.br/
20	R.V Ímola transportes logísticos Ltda	https://rvimola.com.br/
21	Santos Brasil S.A.	https://www.santosbrasil.com.br/
22	Sequoia logística e transportes Ltda.	https://www.sequoialog.com.br/
23	FL Brasil holding, logística e transporte Ltda	https://solistica.com/
24	TEGMA gestão logística S.A.	https://www.tegma.com.br/
25	Tora transportes industriais Ltda.	https://tora.com.br/
26	Pronto express logística Ltda	https://www.grupotpc.com/
27	UPS SCS Logística (Brasil) Ltda.	https://www.ups.com/br/en/Home.page
28	VELOCE Logística S.A.	http://www.velocelog.com.br/
29	VTC operadora logística Ltda.	https://vtclog.com.br/
30	Wilson sons logística Ltda.	https://www.wilsonsons.com.br/pt/logistica

FONTE: O autor (2021), adaptado de ABOL (2020).

O convite foi realizado para 36 Operadores Logísticos (OL), sendo 30 associados da ABOL e 6 empresas renomadas, classificadas como OL segundo critérios da ABOL (2020). No entanto, considerando o cenário atual em relação à pandemia mundial do coronavírus, responsável pela doença Covid-19, apenas 4 empresas aceitaram o convite para participar dos estudos de múltiplos casos.

Antes do início das entrevistas foram apresentados os objetivos da pesquisa, demonstrando a importância de se obter informações corretas por meio da entrevista. Alguns conceitos também foram revisados, reforçando as questões apresentadas no questionário. Nesta pesquisa as empresas participantes estão identificadas como A, B, C, e D sendo apresentadas, brevemente, a seguir.

Empresa A: é um operador logístico brasileiro, com atuação em todo território nacional. Realiza serviços de movimentação de contêineres no mercado interno e de exportação, fazendo parte de um grupo econômico muito importante do Brasil. Sua estratégia está direcionada para elaboração e implantação de projetos personalizados que integram diferentes modais, realiza serviços de gestão de estoques e armazenagem. A estrutura própria da empresa é composta por 16 locomotivas, 2.400 vagões e mais de 3.000 contêineres, realiza em média uma movimentação de 75.000 contêineres por ano, com os mais variados tipos de carga: como as refrigeradas (*reefers*), líquidas (*isotanks*) e as gerais (*dry*).

Empresa B: Atua na área de transporte multimodal, gestão de estoque e armazenagem. Considerada uma das principais empresas de logística do mundo, multinacional com aproximadamente 380 mil funcionários atuando em mais de 200 países, possui cerca de 6.500 instalações e realiza anualmente mais de 1,5 bilhões de entregas. A atuação da empresa no Brasil está direcionada apenas as atividades de gestão de estoques e armazenagem, devido as características do mercado.

Empresa C: Uma das maiores empresas de operações ferroviárias do Brasil, oferece serviços de transporte, gestão de estoque, armazenagem e transbordo em portos brasileiros. Com aproximadamente 1.000 locomotivas e 28.000 vagões, administra 14.000 km de ferrovias em 9 estados brasileiros, equivalente a cerca de 48% da malha segundo dados da ANTF - Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários.

Empresa D: Considerada uma das maiores distribuidora atacadista de produtos alimentícios do Brasil, a empresa presta serviços de logística e distribuição de alimentos e bebidas, realizando parcerias com as melhores marcas nacionais e internacionais. Possui frota própria com mais de 50 veículos frigorificados, a empresa possui sede própria com uma área construída de 6300m, câmaras de armazenamento para produtos resfriados, congelados e para produtos secos que fazem parte da linha de comercialização.

No QUADRO 26 estão apresentados os cargos dos especialistas de cada empresa e data de realização das entrevistas.

QUADRO 26 – CARGO DOS ESPECIALISTAS

EMPRESA	CARGO RESPONSÁVEL	DATA DA ENTREVISTA
A	Gerente de planejamento e operações	05/04/2021
B	Coordenador de inovação	06/04/2021
C	Gerente de tecnologia e inovação	07/04/2021
D	Coordenador de Logística	08/04/2021

FONTE: O autor (2021).

As entrevistas foram realizadas com especialistas do meio empresarial que representam os operadores logísticos participantes desta pesquisa.

Entrevistado da empresa “A” – Formado em administração, possui oito anos de experiência em processos operacionais de Operadores Logísticos, atualmente exerce a função de gerente de planejamento e operações, atuando na área de transporte sendo responsável pela captação do volume, conforme previsão de demanda realizada pelo departamento comercial da empresa. É responsável também por todo o controle operacional da empresa.

Entrevistado da empresa “B” – Formado em engenharia da computação com MBA em gestão de empresas, possui doze anos de experiência na área de gestão logística, atuando em empresas nacionais e multinacionais de segmentos como tecnologia, soluções para comércio exterior e logística / serviços de entregas nacionais e internacionais. Sólida vivência na área de logística, inovação, tecnologia da informação e gerenciamento de projetos, nas áreas de tecnologia da informação, Logística, Processos e Inovação, interligando tecnologias e estratégias para melhor desempenho das operações.

Entrevistado da empresa “C” - Formado em Engenharia Elétrica com ênfase em eletrônica. Possui dez anos de experiência trabalhando com a gestão e implantação de projetos inovadores, expansão, aumento de capacidade e produtividade voltados a segurança ferroviária. Atualmente é responsável por gerenciar a área de pesquisa e desenvolvimento, visando aumentar a segurança e capacidade de produção com tecnologias inovadoras.

Entrevistado da empresa “D” - Formado em administração, possui oito anos de experiência na área de logística. É responsável pelo planejamento das atividades e implantação de ações criativas no setor logístico da empresa; responsável pela equipe nas operações de recebimento, armazenagem, expedição e distribuição, controla inventários e acompanha índices de performance, visando atender os prazos e condições estabelecidas para entrega.

As entrevistas foram realizadas com os especialistas do meio empresarial representantes os operadores logísticos, foram abordadas questões que relacionam as tecnologias digitais com cada uma das operações. As tecnologias foram classificadas conforme a legenda demonstrada no QUADRO 27.

QUADRO 27 – CLASSIFICAÇÃO PARA AS TECNOLOGIAS DIGITAIS

CLASSIFICAÇÃO	LEGENDA	SIGNIFICADO
U	Utiliza	Empresa utiliza a tecnologia na prática.
PF	Projeto Futuro	Empresa possui projetos futuros que envolvem a aplicação da tecnologia digital na prática.
PA	Projeto em andamento	Empresa está aplicando um novo projeto que envolve a tecnologia digital na prática.
D	Descartado	Empresa utilizou a tecnologia digital na prática, mas foi descartada posteriormente.
-	Não utiliza	A tecnologia digital não é utilizada

FONTE: O autor (2021).

Os resultados estão apresentados a seguir, demonstrando a reação entre as práticas de cada processo e as tecnologias digitais, descrevendo comentários, formas de aplicação e realizando a análise dos resultados comparando assim, com as informações obtidas na RSL.

4.5.1 Resultados - Processo de gestão de relacionamento com cliente

No QUADRO 28 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de gestão de relacionamento com cliente.

QUADRO 28 – TECNOLOGIA NA GESTÃO RELACIONAMENTO COM CLIENTE

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais									
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain
Gestão de relacionamento com cliente	Capacidade de resposta rápida às necessidades dos clientes.	A	U	-	PA	-	PF	-	-	U	-	-
		B	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-
		C	PA	-	U	-	U	-	-	PA	U	PA
		D	U	-	-	-	-	D	-	-	PF	-
	Envio de informações em tempo real.	A	U	-	U	-	-	-	-	U	U	-
		B	U	-	U	-	-	-	-	U	-	-
		C	PA	-	U	-	-	-	-	PA	U	-
		D	U	-	U	-	-	-	-	U	-	-
	Obtenção e análise da informação do cliente com colaboração de tecnologias.	A	U	-	U	-	-	-	-	U	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	U	-	-	-	U	-
		D	PF	-	-	-	-	-	PF	PF	-	-
	Integração ao sistema do cliente.	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-
	Prospecção de novos clientes.	A	PF	-	U	-	-	-	-	PF	-	-
		B	PF	-	PF	-	PF	-	-	PF	-	-
		C	U	-	U	-	PF	-	-	U	-	-
		D	PF	-	-	-	-	-	-	PF	-	-
	Capacidade de atender diferentes demandas e necessidades.	A	-	-	PF	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	U	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: O autor (2021).

As empresas entrevistadas destacam que a gestão de relacionamento com o cliente é uma das principais operações do processo logístico e com isso, direcionam boa parte dos seus esforços para essas operações. As tecnologias digitais em uso voltadas a serviços relacionados aos clientes são: ciber segurança; *big data*; simulação; Integração de sistemas; computação em nuvem e *IoT*. As empresas participantes desta pesquisa utilizam sensores em partes de seus processos e estão analisando a viabilidade de ampliar essa utilização, pois, as vantagens competitivas são evidentes, melhora suas operações de armazenagem e distribuição, possibilita o fornecimento de dados em tempo real para os clientes, mantendo-os informados com relação aos seus produtos.

A empresa “A” faz uso de sensores em seus terminais portais para facilitar a entrada das informações e o compartilhamento de dados, utiliza câmeras de leitura para verificação dos contêineres que estão entrando e saindo. Com isso, possui banco de dados com informações armazenadas. Esses recursos facilitam os trabalhos rotineiros e possibilita trocar informações em relação a localização da unidade, avaliar o *status* físico e as especificações das unidades, em caso de divergências é automaticamente aberto um registro de ocorrência notificando o cliente e fornecedor da unidade repassando dessa forma os dados e as imagens dos danos tornando possível direcionar o rapidamente o correto tratamento, reduzindo assim o tempo de indisponibilidade das mesmas.

Para o transporte das cargas são instalados *GPS (Global Positioning System)* nas composições, para acompanhar a localização em tempo real enviando as informações para o servidor, onde são armazenadas e compartilhadas com os clientes. Todas as informações obtidas são armazenadas em servidor virtual (nuvem) e compartilhadas com cliente através de plataforma digital (via aplicativo ou computadores) desenvolvida com acesso exclusivo a cada cliente, o que possibilita acompanhar todas as unidades disponíveis, quais estão aptas a serem encaminhadas para os destinos, as que estão sendo transportadas e as que já chegaram ao destino. Utilizando a plataforma digital, é possível fazer com que o cliente e a transportadora realizem agendamentos rodoviários para coleta e entrega de unidades.

Os próximos investimentos estão relacionados a plataforma digital, na qual serão disponibilizadas informações financeiras como propostas, cobranças, contratos, entre outros e no desenvolvimento simuladores, para que os clientes possam obter informações e projetar diversos cenários, reduzindo assim o tempo de espera por um retorno quanto à viabilidade e aceite da demanda.

A empresa “B” e “D” utilizam poucas tecnologias digitais nos processos relacionados a gestão de relacionamento com o cliente. Basicamente utilizam plataformas digitais para compartilhamento de informações em tempo real, realizando a gestão da demanda e desenvolvimento de produto, visando dar resposta rápida e com agilidade ao cliente. As empresas “B” e “D” possuem poucos recursos digitais, no entanto, possuem controle total em relação aos dados de produtividade e informações relacionadas aos clientes.

A empresa “C” utiliza tecnologias digitais para criação de históricos de dados e compartilhamento de informações com os clientes. Sensores são utilizados em

trilhos de linhas férreas, para reportar as alterações físicas como trincas ou dilatações que possam existir, isso possibilita que a equipe de inteligência determine as ações necessárias de forma antecipada evitando avarias de cargas e acidentes. As informações são compartilhadas em tempo real e todas as composições são possuem GPS, para localização em tempo real das cargas em transporte. Utiliza também simuladores para projetar cenários, visando reduzir o tempo de retorno de informações ao cliente e identificar padrões de ocorrências de fenômenos como trincas e dilatação nos trilhos. Como planejamento futuro da empresa o destaque fica com o desenvolvendo de um projeto que visa utilizar o *blockchain* em contratos firmados com clientes, onde será possível aumentar a confiabilidade do processo armazenando dados de forma lógica mantendo histórico de todas as operações realizadas, que podem ser acessados a qualquer momento.

4.5.1.1 *Análise dos resultados - Gestão de relacionamento com o cliente*

Conforme observado na literatura e apresentado nesta pesquisa em seções anteriores, as cadeias de suprimentos resiliente e responsiva têm, como um de seus principais objetivos obter alta capacidade de resposta, visando atender às necessidades dos clientes e todas as demandas exigidas (GIANNAKIS; SPANAKI; DUBEY, 2019; MANDAL, 2015; TUKAMUHABWA et al., 2015). Os clientes precisam e desejam, cada vez mais, receber informações, em tempo real, poder acompanhar todo o processo de fabricação dos produtos e serviços, com transparência e visibilidade nas operações ao longo das cadeias de suprimentos. Com isso, as tecnologias digitais vêm como complemento para garantir que o cliente tenha acesso à todas as informações de forma integrada e em tempo real possibilitando assim, melhorar o planejamento e tomar decisões mais assertivas (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GUPTA et al., 2019).

As tecnologias digitais permitem que as empresas entendam melhor as preferências dos clientes e, com isso, melhorem seus relacionamentos (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). A utilização de ciber segurança, *IoT* e *big data* estão entre as principais tecnologias aplicadas às operações de gestão de relacionamento ao cliente. Estas tecnologias ajudam a melhorar a transparência e visibilidade no acompanhamento dos produtos ao longo da CS, suprindo as empresas e clientes com informações relevantes que são estratégicas para os negócios, nas quais são

compartilhadas por nuvem. Os autores Butner (2010); Wu et al. (2016) descrevem que a implantação de sensores conectados à internet possibilitam visibilidade dos eventos, pois, coletam e compartilham dados em tempo real, permitindo o acesso fácil a fontes de informações abrangentes. Com simulação é possível planejar diferentes cenários visando atender as necessidades de cada cliente e gerenciar riscos.

As tecnologias digitais aplicadas nas empresas estudadas ainda não estão sendo utilizadas de modo a aproveitar todo seu potencial por completo. Seguindo as funcionalidades descritas por büyüközkan; Göçer (2018); Frank; Dalenogare; Ayala (2019), a aplicação de sensores visando rastreabilidade, acompanhamento e compartilhamento de informações, poderia contar com maior conectividade com as tecnologias citadas. Observa-se que a utilização de *IoT* nas empresas “A” e “C” para gestão de mercadorias, traz confiabilidade ao sistema de informações. No entanto, as entradas de informações no sistema, ainda são realizadas parcialmente de forma manual e nas empresas “B” e “D” o processo de alimentação das entradas de informações é de forma manual, sem a contribuição de tecnologias digitais, o que torna o processo vulnerável e suscetíveis a erros humanos, além de perda de agilidade no envio da informação. O sistema integrado que recebe informações proporciona visibilidade das operações, tornando-se ágeis em relação a exportação e compartilhamento do conhecimento entre as unidades praticamente em tempo real melhorando a capacidade de resposta a eventos, inserindo assim resiliência e responsividade na cadeia.

A utilização de sensores nas empresas “A” e “C” possibilita repassar informações aos clientes, porém não há integração com os sistemas dos clientes para acessar as informações disponíveis em nuvem através de plataformas digitais. E nem todos os clientes se adaptaram a pesquisar informações nesse tipo de recurso, preferindo recebê-las via e-mail, o que demonstra uma barreira na utilização destas tecnologias, pois, ainda há uma parcela de clientes que não está adaptada ou não tem conhecimento a ponto de adotar o uso destas. As empresas “B” e “D” dispõe de um acesso compartilhado das informações com os clientes e fornecedores, utilizando a computação em nuvem para compartilhar informações em tempo real, essa utilização de forma proporciona maior integração de informações.

Todas as empresas entrevistadas utilizam *big data* em determinadas ações como armazenamento de informações do processo, para prospecções de cliente, previsões de cenários, entre outros. No entanto, as análises de dados ainda são

realizadas de forma manual. As tecnologias *IoT*, *big data* e nuvem possibilita avaliar situações de forma autônoma para tomar decisões de maneira rápida e assertiva (FATORACHIAN; KAZEMI, 2018).

4.5.2 Resultados - Processo de desenvolvimento de produto

No QUADRO 29 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de desenvolvimento de produto.

QUADRO 29 – TECNOLOGIAS NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais									
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain
Desenvolvimento de produto	Capacidade de analisar a viabilidade de um novo produto/serviço.	A	U	-	U	-	PF	-	-	U	-	-
		B	U	-	U	-	-	-	-	U	-	-
		C	U	-	U	-	-	-	-	U	-	-
		D	U	-	U	-	PA	-	-	U	-	-
	Identificação de melhoria no produto/serviço existente.	A	-	-	PF	-	PF	-	-	-	-	-
		B	U	-	U	-	-	-	-	U	-	-
		C	-	-	U	-	U	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Compartilhamento de novos projetos pela Cadeia.	A	PF	-	U	-	-	-	-	PF	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-
	Capacidade de entendimento de mercado.	A	-	-	U	-	PF	-	-	-	-	-
		B	-	-	U	-	D	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	PA	-	-	U	-	-
	Reconfigurar e adaptar os processos para atender as necessidades dos clientes.	A	-	-	PA	-	PF	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	PA	-	U	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	PA	-	-	-	-	-
	Agilidade no desenvolvimento de novo serviço.	A	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	U	-	-	-	-	U	-	-

FONTE: O autor (2021).

Em relação ao desenvolvimento de produto as empresas operadoras logísticas, não possui muita relação com estas atividades, sendo assim as práticas avaliadas estão relacionadas ao desenvolvimento de novos serviços. Referente a esta operação, as tecnologias digitais aplicadas por todas as empresas entrevistadas são ciber segurança *big data* e computação em nuvem.

As empresas “A” e “D” possuem projetos em andamento e outros em desenvolvimento dedicados aos novos serviços, considerando as plataformas de simulação e aplicação de *big data*. As empresas basicamente visam obter um sistema de compartilhamento de informações onde os clientes sejam capazes de escolher um determinado tipo de serviço oferecido, simular condições para verificar a disponibilidade do produto, forma de atendimento, rotas a serem realizadas entre outras atividades. Com a simulação, o cliente é capaz de analisar se os serviços atendem suas expectativas e demandas. A plataforma armazena informações dos clientes na nuvem e por meio de *big data* torna-se possível realizar análise da tendência do mercado por parte da empresa, avaliar nichos e perfis específicos de clientes para estudos de novos serviços a serem desenvolvidos visando atender os mais variados tipos de clientes, desde que esteja de acordo com as estratégias de negócio estabelecida pela organização.

As empresas “B” e “C”, armazenam as informações obtidas dos clientes na nuvem e faz uso de *big data* para análise e desenvolvimento de projetos relacionados a novos serviços direcionados a um tipo de cliente específico. Com acesso aos dados dos clientes, obtém-se um histórico de demanda, sazonalidade e comportamento dos clientes diretos e indiretos, possibilitando se antecipar às necessidades e possíveis problemas de seus clientes.

A empresa “C” faz o uso de simuladores possibilitando o desenvolvimento de novos serviços, configurações das operações e adaptações. A entrada dos dados na plataforma é feita de forma manual utilizando históricos ou novas informações repassadas pelo cliente de serviços a serem desenvolvidos. Com isso, os cenários simulados são analisados listando as vantagens e desvantagens para avaliação, o que possibilita tomar a melhor decisão em cada situação. A partir do histórico de informações existentes é possível simular os processos buscando otimização das atividades.

4.5.2.1 Análise dos resultados - Desenvolvimento de produto

Em relação ao desenvolvimento de produtos ou serviços nas CS, diversos autores relacionam o uso das tecnologias digitais nesta operação, visto os benefícios adquiridos com esta aplicação, permitindo uma eficiência contínua de produtos, serviços e processos.

Por meio do uso de sensores e plataformas digitais, dados são coletados dando origem à *big data* e armazenados em nuvem de forma segura, garantida por ciber segurança possibilitando realizar análise dos mesmos, de forma a identificar padrões, tendências, trajetos e comportamentos para o desenvolvimento de serviços que agreguem valor nas operações dos clientes. Os dados coletados, analisados e utilizados nas plataformas de simulação de diferentes serviços que possam ser desenvolvidos, como simulações de novas rotas, projeções de custos, retorno financeiro, impactos e potenciais clientes, tornando um processo ágil e eficiente.

Dentre outras vantagens das tecnologias digitais é o serviço executado sendo esse desenvolvido de forma rápida, tendo em vista a capacidade de resposta mais ágil, conseqüentemente diminuindo o ciclo de atendimento. Por fim, esta conectividade ajuda a garantir a satisfação do cliente, melhorando a prestação de serviço e processos.

As tecnologias digitais aplicadas em empresas do segmento de operadores logísticos basicamente são ciber segurança, *big data* simulações e computação em nuvem, pois neste tipo de operação as atividades estão relacionadas ao desenvolvimento de serviços. No entanto, como o estudos encontrados na literatura estão mais direcionados ao desenvolvimento do produto e não ao serviço, os autores Büyüközkan; Göçer (2018); Dolgui et al. (2019a); Ivanov; Dolgui; Sokolov (2019); Ramirez-Peña et al. (2020) descrevem que para a operação em questão, a tecnologia de destaque é a manufatura aditiva por meio da aplicação de impressoras 3D.

4.5.3 Resultados - Processo de gestão de demanda

No QUADRO 30 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de gerenciamento de demanda.

QUADRO 30 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DA DEMANDA

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais									
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain
Gerenciamento de demanda	Capacidade de resposta e conhecimento sobre variabilidade do mercado.	A	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	D	-	D	-	-	D	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	U	-	PF	-	-	U	-	-
	Análise de recursos necessário para atender a demanda prevista.	A	PF	-	PF	-	PF	-	-	PF	-	-
		B	-	-	U	-	D	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	U	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	U	-	-	-	-	-
	Reorganização dos processos para atender diferentes necessidades.	A	-	-	-	-	PF	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	U	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	U	-	-	U	-	-
	Retorno ao cliente de forma ágil e assertiva.	A	PF	-	U	-	PF	-	-	PF	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-
	Customização dos serviços de acordo com a demanda do cliente.	A	-	-	PF	-	PF	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	U	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	U	-	-	U	-	-
	Capacidade de simular tendências diferentes cenários e propor soluções.	A	PF	-	U	-	PF	-	-	PF	U	-
		B	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	U	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	U	-	-	-	-	-

FONTE: O autor (2021).

A empresa “A”, utiliza *big data* para avaliar o mercado, definir as melhores ações e auxiliar nas tomadas de decisões. Os dados são obtidos através de uma *startup* do ramo que coleta as informações e com base nesses dados e no histórico de venda existente que a equipe de Marketing realiza o planejamento da demanda. Em fase de desenvolvimento encontra-se uma plataforma digital de simulação que visa permitir ao cliente simular diferentes cenários que atendam suas necessidades. Com esta tecnologia o cliente consegue visualizar como o serviço será prestado e a disponibilidade, conseguindo assim, avaliar sua capacidade e definir quantidades de recursos necessários para atendimento e carregamento. A empresa, por sua vez, de posse destes dados, obtém-se uma *big data* relacionada às demandas de mercado e

perfis dos clientes que buscam seus serviços, possibilitando aumento do nível de captação de novos clientes e expansão para novos nichos.

A empresa “B” desenvolveu uma plataforma digital de simulação para a análise de perfil dos clientes, realização de análise preditiva baseada em estatística para estimar situações de incerteza, projetar uma demanda que seria recebida, apresentando assim, os recursos necessários para atendimento da mesma. A plataforma foi desenvolvida por uma empresa contratada do setor de tecnologia, no entanto, o projeto foi descartado, pois seu maior cliente já possuía o próprio sistema de planejamento e previsão de demanda, esse fato tornou a implementação do projeto torou-se inviável.

A empresa “C” utiliza as informações armazenadas (*big data*) e modelos de simulação para análise de dados históricos visando prever sazonalidades, diferentes tipos de cenários como realização do planejamento de operação mensal simulando o cenário ideal de atendimento. O sistema está em fase de migração para um modelo de simulação que utiliza o conhecimento de recurso e capacidade, tornando-o capaz de apontar decisão ótimas, como novas demandas surgidas em emergência.

A empresa “D” em relação a utilização das tecnologias digitais se aproxima bastante da empresa “C”, utilizando as informações (*big data*) disponíveis e simuladores para análise de dados históricos visando prever diferentes tipos de cenários, realizando planejamento de operação, simulando cenários para atender a demanda independente dos imprevistos que possam acontecer, dessa forma a empresa cria responsividade e resiliência se mantendo preparada para se recuperar em casos de distúrbios, buscando sempre atender as necessidades dos clientes.

4.5.3.1 Análise dos resultados - Gestão de demanda

Uma das principais operações a serem analisadas é a gestão de demanda, pois através desta operação que são realizadas coletas os dados necessários para definir as estratégias, capacidade de atendimento da empresa e as necessidades a serem desenvolvidas (DOLGUI; IVANOV; SOKOLOV, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; WU et al., 2016). Segundo os autores analisar a variabilidade do mercado, customizar e reorganizar os processos para atender novas demandas é fundamental para as organizações se mantenham competitivas. Ainda de acordo com os autores, as tecnologias digitais são uteis para aquisição de dados, armazenamento

e análise das informações. No que diz respeito à gestão da demanda, tecnologias digitais como *IoT*, *big data* e simulação são as que possuem maior aplicabilidade.

Utilizando *IoT*, as organizações são capazes de coletar dados relacionados ao comportamento do seu público-alvo para verificação das tendências, armazenando as informações relevantes, formando assim a *big data*. Com estes dados é possível realizar as análises e simulações, projetando cenários diferenciados fazendo com que as organizações tomem as decisões de forma assertiva pois já possuem o conhecimento das consequências apresentadas no simulador o que possibilita se antecipar e desenvolvendo ações para mitigar os possíveis riscos realizando assim, a gestão de riscos, aumentando a resiliência do sistema.

As empresas entrevistadas apesar de utilizarem determinadas tecnologias digitais, não exploram todo o potencial das ferramentas. Conforme as funcionalidades apresentadas por Büyüközkan; Göçer (2018); Frank; Dalenogare; Ayala (2019); Ramirez-Peña et al. (2020), a aplicação de sensores facilita e agiliza a coleta de dados e análise, desta forma, essa ferramenta deveria ser melhor explorada. Atualmente muitas informações ainda são obtidas e inseridas de forma manual.

Nas empresas “A”; “C” e “D”, nota-se maior aplicação e desenvolvimento de práticas nesta operação, utilizando plataformas digitais para simulação. A empresa “A” disponibiliza a plataforma de simulação para os clientes, visando conhecer novos nichos identificando comportamentos e avaliando tendências. A empresa “C” utiliza dados históricos para simular e conhecer os diferentes cenários para auxílio nas tomadas de decisões, no entanto, os processos não são integrados. E a empresa “D” utiliza as informações armazenadas, disponíveis em nuvem na plataforma de simulação para prever cenários, planejando formas de atender a demanda em caso de emergências visando atender as necessidades dos clientes se antecipando aos imprevistos que possam acontecer.

4.5.4 Resultados - Processo de gestão de ordem de distribuição

No QUADRO 31 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de gestão de ordem de distribuição.

QUADRO 31 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE ORDEM DE DISTRIBUIÇÃO

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais										
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain	
Gerenciamento de ordem de distribuição	Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos.	A	U	-	U	-	-	-	-	-	U	U	-
		B	-	-	D	-	-	-	-	-	-	D	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	U	-
		D	U	-	-	-	-	-	U	U	-	-	-
	Roteirização.	A	-	-	U	U	-	-	-	-	-	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	U	U	-	-	-	-	U	-
		D	U	-	-	-	U	-	U	-	-	-	-
	Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes.	A	-	-	U	-	-	-	-	-	-	U	-
		B	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	U	-
		D	U	-	-	-	-	-	U	U	-	-	-
	Automatização de entrada e saída de pedidos.	A	PF	-	U	-	-	-	-	-	PF	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	PA	-	-	-	-	U	-
		D	U	-	-	-	-	-	U	U	-	-	-
	Previsão e planejamento dos prazos de entrega.	A	-	-	U	U	PF	-	-	-	-	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	-	U	U	PA	-	-	U	U	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	U	U	-	-	-
	Uso de sensores em ativos em geral.	A	-	-	U	-	-	-	-	-	-	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: O autor (2021).

Uma das operações que apresenta maior funcionalidade dentro da CS é a gestão da distribuição. De acordo com as informações fornecidas pelas empresas “A” e “C” as cargas possuem um rastreamento durante o deslocamento assim com a trajetória percorrida. Desta forma, as empresas conseguem acessar informações de forma simultânea em tempo real podendo compartilhar com os clientes interessados e analisar os dados, para auxiliar nas tomadas de decisão quando necessário. Contudo, nenhuma das empresas faz uso das tecnologias digitais, com relação à segurança, a fim de detectar danos, roubos, desfalques ou irregularidades na carga ao longo do trajeto. Quando ocorre algum problema durante

o percurso apenas os operadores conseguem identificar e realizar os ajustes em paradas estratégicas. As informações adquiridas são compartilhadas com os clientes, para acompanhar a localização das cargas.

A empresa “C”, por outro lado, opera fazendo o uso de outras tecnologias como sensores, histórico de informações e simulador para a roteirização, podendo assim definir os melhores trajetos, de acordo com a composição em circulação, conseqüentemente diminui os custos de rota e tempo de atendimento aos clientes. Efetivamente essas simulações auxiliam a empresa a identificar a necessidade de investimento e os pontos de saturação na linha ferroviária, evitando o comprometimento das operações em andamento. Acrescenta-se também, que a empresa faz a utilização de *drones*, que possibilita melhorar a segurança, tendo em vista a acessibilidades em algumas regiões de difícil acesso. Além disso, com o uso da tecnologia é possível verificar e analisar antecipadamente as ações a serem tomadas, ocasionando a redução de custos operacionais da empresa.

A empresa “B”, por não ser responsável por estas operações no Brasil, não possui patrimônios na gestão de distribuição, pois conta com empresas terceirizadas no transporte, sendo que os próprios clientes as contratam. Desta forma, as tecnologias aplicadas, como rastreadores, simuladores, sensores, *drones*, entre outros não estão sob a gestão da empresa. Sugestões para inserir tecnologias digitais no cliente foram feitas pela empresa, mas os projetos não evoluíram, por entrar em conflito com outros fornecedores.

A empresa “D” utiliza as informações que ficam disponíveis na nuvem em simuladores visando prever diferentes tipos de cenários relacionados a distribuição da frota, verificando as distâncias dos trajetos estimando custos, possibilitando realizar o planejamento de forma mais assertiva e prever cenários de perturbações que possam ocorrer durante as distribuições. Os veículos possuem sistemas de rastreamento integrados que possibilitam acompanhamento da localização em tempo real.

4.5.4.1 *Análise dos resultados - Gestão de ordem e distribuição*

Em relação à gestão de ordem e distribuição, dentre as empresas entrevistadas, as empresas “A” e “C” possuem grande relevância, devido a utilização de ferramentas como *big data* e *IoT*. Sendo que a empresa “C” faz o uso de ciber

segurança e computação na nuvem, e a empresa “B” possui como aplicabilidade principal o gerenciamento de armazéns no Brasil.

Tecnologias digitais como *big data* e *IoT* são fundamentais para rastreabilidade das cargas ao longo da cadeia de suprimentos, gerando uma troca de informações simultâneas, assim com uma transparência e agilidade na tomada de ação, otimizando a atividade, tornando mais eficiente a resolução de possíveis problemas (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2020).

Assim como a aplicação de sensores que de forma instantânea, realiza a coleta de dados auxiliando na análise de tomada de decisões, esses são acondicionados e compartilhados na nuvem produzindo uma base de dados que pode ser acessada de qualquer localidade em qualquer horário para realização de análise verificação de padrões, auxílio nas decisões estratégicas e planejamento de manutenções.

Em sistemas de operação de distribuição o uso de veículos autônomos se demonstra vantajoso fazer a utilização de ferramentas como *big data* e *IoT*. Ressalta-se que é uma vantagem o uso dessas ferramentas para a empresa “C”, efetivamente este analisa as condições geográficas da rota, diminuindo os riscos de acidentes e paradas não programadas, acrescentando uma maior vida útil dos equipamentos e reduzindo custos operacionais e potencializando o tempo do trajeto. Para aumentar à eficiência a empresa “C” faz o uso de *drones*, este que certamente alcança locais de difícil acesso, sendo uma tecnologia fundamental de apoio em casos de acidentes ou verificação de equipamentos, obtendo acessibilidade a qualquer local, disponibilizando imagens para análise da situação.

Segundo Bechtsis et al. (2018), o uso de robôs autônomos apresenta vantagens econômicas, sociais e sustentáveis, seu uso é potencializado com as plataformas digitais utilizadas para simulação de diferentes cenários, que as torna preparada para agir quando as perturbações ocorrerem em situações reais, dessa forma as ações podem ser tomadas de maneira imediata em qualquer nível da CS.

Dentre as tecnologias consideradas nesta operação, os veículos autônomos possuem maior destaque, porém, sua aplicabilidade ainda é pequena no Brasil, principalmente dado o fato do alto investimento e valor para implementação para possibilitar o uso seguro destas tecnologias.

4.5.5 Resultados - Processo de gestão de movimento e capacidade

No QUADRO 32 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de gestão de movimento e capacidade.

QUADRO 32 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE MOVIMENTO E CAPACIDADE

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais									
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain
Gerenciamento de movimento e capacidade	Capacidade de gerenciar os ativos.	A	PF	-	U	-	U	-	-	PF	U	-
		B	-	-	-	PA	-	-	-	-	U	-
		C	U	-	U	-	-	-	-	U	U	-
		D	U	-	U	-	-	-	U	U	-	-
	Automação das movimentações.	A	U	-	-	U	PF	-	-	U	U	-
		B	PA	-	-	PA	PA	-	-	PA	PA	-
		C	U	-	U	U	PF	-	-	U	U	-
		D	U	-	-	-	-	-	U	U	-	-
	Uso de sensores no controle e processos de armazenagem.	A	-	-	-	-	-	-	-	-	PA	-
		B	-	-	U	-	-	-	-	-	U	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Adaptabilidade em alterar as atividades do operador (mão de obra ágil e dinâmica).	A	-	-	U	PF	-	-	-	-	U	-
		B	-	-	U	D	-	-	-	-	PA	-
		C	-	-	U	U	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Capacidade de resposta rápida para alteração de layouts.	A	-	-	-	PF	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	U	-	-	-	-	-	U	-
		C	-	-	-	-	PA	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	U	-	-	-	-	-

FONTE: O autor (2021).

A gestão de movimento e capacidade nos armazéns é uma das operações com maior aplicabilidade de tecnologias digitais apontadas. Conforme apresentado pelas empresas entrevistadas, as principais tecnologias utilizadas nesta operação são: *big data*, simulação, nuvem e *IoT*.

A empresa “A”, utilizando sensores e câmeras instaladas para monitorar o momento da chegada das unidades por ferrovia, armazena as informações (*big data*) em seus sistemas (nuvem) possibilitando monitorar e compartilhar todas as alterações

relacionadas a estas unidades como, a remoção do armazém por clientes, avarias, carga das mesmas (cheias ou vazias). As informações são repassadas de forma manual, tanto o carregamento quanto as saídas rodoviárias com as cargas ou não. Com as informações disponíveis em sistemas, os clientes e fornecedores e prestadores de serviços (reparos, nos casos de avarias) conseguem obter os dados através do compartilhamento utilizando a plataforma digital. A empresa está instalando sensores ao longo dos armazéns para possibilitar o mapeamento de toda área visando obter em tempo real, a localização das unidades nas instalações. O projeto reduz o tempo de busca de unidades específicas, melhor organização, planejamento, facilitando a alteração de *layouts*, quando necessário.

A empresa “B”, destaca a armazenagem como a principal área de atuação no Brasil. Em suas instalações existem sensores para rastreamento das unidades e para compartilhamento de informações com seus clientes e fornecedores. Todos os *pallets* disponíveis nos armazéns possuem *RFID's*, que registram as informações, como tipo de produto, quantidade, data de fabricação, validade, entre outras informações que possibilitam posicionar os containers de forma correta respeitando as entradas e saídas das unidades. Em fase de desenvolvimento está uma plataforma digital, na qual receberá os dados dos sensores instalados nos armazéns, para indicar o melhor caminho a ser percorrido para os operadores de empilhadeiras e de veículos de movimentação, melhorando assim, o tempo das operações e otimizando o processo.

A empresa “C”, faz a gestão de estoque em sistemas eletrônicos, mas não possui tecnologias digitais que alimentem o controle de forma automática. As informações registradas podem ser compartilhadas com os clientes, como estoque de produtos disponível, acompanhamento do processo de armazenagem, tempo de realização, tipos de produtos, entre outros. Em relação as locomotivas da empresa as mesmas possuem sistemas de registros do percurso e do relevo, permitindo autonomia à máquina, sendo capaz de se adaptar às condições e limites do trecho.

A empresa “C” está investindo no desenvolvimento de plataformas de simulação para visualizar alterações de *layout* possibilitando realizar futuras alterações de forma rápida e assertiva, melhorando assim, a organização dos ativos em suas instalações, otimizando as movimentações e facilitando quando necessário o aceite de novas demandas.

A empresa “D” utiliza sensores e sistemas automatizados de controle a temperatura dos ambientes refrigerados como as câmaras de estocagem, as

temperaturas são monitoradas e compartilhadas em tempo real com alarmes de aviso em casos de falhas e descontrole da temperatura.

4.5.5.1 *Análise dos resultados - Gestão de movimento e capacidade*

Para a gestão de movimento e capacidade de armazenagem, destacam-se as tecnologias digitais *big data*, robôs autônomos, simulação, computação em nuvem e *IoT*, no entanto, mesmo sendo utilizadas pelas empresas entrevistadas, a aplicabilidade das tecnologias poderia ser aproveitada de forma mais completa. Existem algumas barreiras para a implementação de mais tecnologias como: conflito com sistemas e dados de clientes, dificuldades na implementação e alto custo.

Na empresa “A” foi identificado potencial para aumento da quantidade de sensores como forma de investimento, visando melhorar a gestão de estoques e minimizar perdas de informações e atrasos na comunicação. Sendo que este, também auxilia no processo de planejamento na cadeia de suprimentos digitais.

Essa possibilidade também foi verificada nas empresas “C” e “D”, que faz o gerenciamento do estoque de produtos de seus clientes armazenados em silos e câmaras de refrigeração respectivamente. A utilização de sensores é para obtenção dados e controle de estoque, facilitando obter dados e a localização dos produtos nos armazéns, sua classificação possibilitando alterar *layouts*, organizar os produtos de acordo com o tipo, data de fabricação e validade, ocorrendo à eficiência no fluxo das mercadorias, evitando desperdícios.

A utilização de robôs e veículos autônomos exige maior especialização dos usuários para o controle dos equipamentos. Estes utilizam sensores para movimentação o que aumenta a segurança e minimizando as perdas provocadas por mau manuseio, deslocamentos desnecessários consequentemente o uso desta tecnologia aumentando a produtividade.

4.5.6 Resultados - Processo de gestão de fluxo financeiro

No QUADRO 33 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de gestão de fluxo financeiro.

QUADRO 33 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE FLUXO FINANCEIRO

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais									
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain
Gerenciamento de fluxo financeiro	Transações financeiras (cobranças, faturamento e liquidação de contas).	A	PA	-	PA	-	PF	-	-	PA	U	-
		B	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PA
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	-	PA
	Compartilhamento colaborativo de dados financeiros.	A	PA	-	PA	-	-	-	-	PA	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-
	Análises de riscos do mercado financeiro.	A	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acesso às informações.	A	U	-	PF	-	-	-	-	U	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PF
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	U	PF

FONTE: O autor (2021).

Com relação a gestão de fluxo financeiro, há pouca aplicação das tecnologias digitais. A empresa “A” realiza as transações financeiras de forma eletrônica, ocorre a geração de um *link* de monitoramento do contêiner, a nota de faturamento e o Conhecimento de Transporte Eletrônico (CT-e) são emitidos automaticamente utilizando *EDI (Eletronic Data Interchange)* e com a realização do pagamento a compensação é automática no sistema. A empresa possui um projeto em andamento relacionado ao desenvolvimento de compartilhamento das informações sobre faturamento, informações de inadimplência, histórico de transações e composição dos valores cobrados pelos serviços prestados utilizando uma plataforma digital.

A empresa “B”, realizou uma tentativa fracassada de contratar uma empresa terceirizada para desenvolver uma plataforma digital para análise de dados de mercado. O foco do sistema era confrontar dados históricos de demanda, informações dos clientes e dados de mercado, para avaliar quais estratégias a serem seguidas e os melhores investimentos. O projeto conflitava com os dados do cliente, sendo assim, não seguiu adiante. As transações financeiras das unidades distribuídas pelo mundo

são realizadas por um sistema disponível em nuvem, com isso, todas conseguem acessar o mesmo sistema, tornando o processo de transações financeiras visíveis, a plataforma se comunica com os sistemas dos clientes e o envio de faturamentos é realizado de forma automática por *EDI (Eletronic Data Interchange)*.

As empresas “C” e “D” estão desenvolvendo projetos para utilização do *blockchain* no fluxo financeiro com objetivo de realizar transações seguras com registro incorruptível do histórico de cobranças e contratações para compartilhar com o cliente, mantendo a confiabilidade dos dados. A empresa “C” possui um sistema de faturamento integrado com sistemas do governo, aumentando assim, a confiabilidade das informações e o nível de segurança que minimiza os riscos de fraudes. A empresa “D” realiza transações financeiras utilizando um sistema disponível na nuvem, com soluções de ciber segurança para manter as operações seguras e protegidas.

4.5.6.1 Análise dos resultados - Gestão de fluxo financeiro

As tecnologias Ciber segurança, *big data*, computação em nuvem, *IoT*, e *Blockchain* são mencionadas nesse processo. De uma forma simplificada, a *IoT* comunica o evento para geração de fatura, *big data* é usado para uma análise financeira, ciber segurança para confiabilidade do sistema, computação em nuvem para transações e *blockchain* para segurança e estruturação de dados. Essas tecnologias podem oferecer modelos de negócios novos e redes colaborativas o que possibilita redução de custos e crescimento de receita (FATORACHIAN; KAZEMI, 2018). O *blockchain* é a tecnologia de maior destaque nesta operação, pois garante controle e segurança nas transações comerciais, sem a necessidade de intermediários (RAMIREZ-PEÑA et al., 2020).

Essas tecnologias digitais disponíveis podem ser exploradas visando facilitar as operações, a organização de dados. No entanto, as empresas entrevistadas ainda não desenvolveram sistemas robustos relacionados ao fluxo financeiro e sua gestão de risco. As empresas “C” e “D” estão realizando investimentos para utilizar o *blockchain* em suas transações comerciais, o foco é inserir a tecnologia nos serviços desde o processo de contratação com o cliente até o envio de cobranças relacionadas aos serviços prestados, todas atividades serão realizadas por meio desta tecnologia digital.

4.5.7 Resultados - Processo de gestão de fornecedores

No QUADRO 34 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de gestão de fornecedores.

QUADRO 34 – TECNOLOGIAS NA GESTÃO DE FORNECEDORES

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais									
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain
Gerenciamento de relacionamento com fornecedores	Compartilhamento de informações de questões operacionais e estratégicas.	A	U	-	U	-	-	-	-	U	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-
	Integração ao sistema do fornecedor.	A	-	-	U	-	-	-	-	-	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Seleção de fornecedores.	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	U	-	U	-	U	-	-	U	U	-
		C	U	-	U	-	U	-	-	U	-	-
		D	-	-	U	-	-	-	-	-	U	-
	Adaptar e customizar as solicitações de mudança.	A	U	-	U	-	U	-	-	U	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	-	U	-	U	-	-	U	U	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gestão de riscos.	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	U	-	U	-	-	-	-	-
		D	U	-	-	-	-	-	-	U	-	-

FONTE: O autor (2021).

Para gestão de fornecedores as empresas entrevistadas fazem uso das seguintes tecnologias digitais: ciber segurança; *big data*; plataformas de simulação para a customização de serviços, integração de sistemas; computação em nuvem e *IoT*.

As empresas “A” e “D” compartilham informações com fornecedores estratégicos utilizando suas bases de dados e históricos para algumas tratativas variando de acordo com a necessidade da organização. As empresas “B” e “C”, faz

uso de dados e históricos para seleção de fornecedores, gestão de riscos das empresas contratadas e simulação de diferentes cenários para definir as melhores ações em casos de interrupções.

De acordo com as empresas entrevistadas, as tecnologias digitais não são utilizadas em sua totalidade por diversas razões como: diferença de maturidade digital entre as empresas fornecedoras; grandes restrições para divulgar dados do negócio e; complexidade no tratamento das informações para poder compartilhar. Além das diferenças existentes entre os fornecedores, as análises de riscos em relação aos fornecedores contratados não são realizadas, apresentando vulnerabilidades ao negócio e impactando diretamente na resiliência das organizações.

4.5.7.1 *Análise dos resultados - Gestão de fornecedores*

As tecnologias digitais apresentadas nesta pesquisa proporcionam maior integração entre as operações e atividades desenvolvidas na gestão de fornecedores, possibilita selecionar fornecedores, realizar avisos de ocorrências, mantê-los informados em relação ao processo, de forma a alterar com agilidade as estruturas de fornecimento da CS (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2019; BUTNER, 2010; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019). Segundo os autores, as tecnologias digitais *IoT* e computação em nuvem são ótimas opções para compartilhar informações entre cliente e fornecedor, permitindo enviar dados em tempo real, otimizar operações, tomar decisões assertivas mitigando riscos, os dados são coletados por sensores, possibilitando assim, armazenar grandes quantidades de dados – *big data* – para posterior trabalhos de análises, projeções e simulações com as bases históricas. No entanto, observa-se pouco investimento tecnológico e não há perspectivas de projetos futuros.

As tecnologias *big data* é tecnologia com maior menção, procedido de computação em nuvem, ciber segurança, *IoT* e Simulação. As empresas entrevistadas fazem uso da ciber segurança, *big data*, *IoT* e computação em nuvem, para compartilha informações em tempo real com seu fornecedor, otimizando as operações, trazendo visibilidade, agilidade e possibilitando tomar decisões mais assertivas.

O planejamento estratégico em conjunto visando definir metas é essencial para obtenção de resultados positivos. O relacionamento colaborativo com o fornecedor beneficia o acompanhamento das operações, a gestão orçamentária, proporcionando resiliência ao processo.

A resiliência implica em capacidade de reagir e recuperar seu estado original, ou melhor, em caso de interrupções (BIOCCHI et al., 2019; BRANDON-JONES et al., 2014). Estar alinhado com os interesses dos parceiros por meio do compartilhamento de informações é fundamental para o processo, para isso se faz necessário ter papéis claros e bem definidos para cada integrante (DUBEY et al., 2018).

As plataformas digitais instaladas em uma empresa fornecem integração e controle de fornecimento. A simulação é utilizada para estudar cenários possibilitando definir a melhor estratégia. As tecnologias digitais fornecem robustez e segurança aos processos, possibilitando manter suas funções mesmo havendo interrupções no fornecimento (BRANDON-JONES et al., 2014).

4.5.8 Resultados - Processo de processo de devolução e fim da vida

No QUADRO 35 estão apresentadas as informações relacionadas às tecnologias digitais e as práticas de resiliência e responsividade no processo de devolução e fim da vida.

QUADRO 35 – TECNOLOGIAS NA DEVOLUÇÃO E FIM DA VIDA

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias digitais									
			Ciber segurança	Realid. Aumentada	Big data	Robôs autônomos	Simulações	Manuf. aditiva	Integ. sistemas	Comput. Nuvem	IoT	Blockchain
Devolução e Fim da Vida	Garantir que o ciclo de vida ocorra de acordo com a análise de demanda planejada.	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: O autor (2021).

Em relação as operações de devolução e fim da vida, nenhuma das empresas entrevistadas utilizam tecnologias digitais para a gestão desta operação. As empresas alegam que por se tratar de operadores logísticos, essa gestão é feita por seus clientes, ou seja, as definições são tomadas pelos mesmos.

4.5.8.1 Análise dos resultados - Devolução e fim da vida

Dentre as empresas entrevistadas a operação de devolução e fim da vida é a com menor uso de tecnologias digitais. Apesar de, muitas vezes, as organizações possuírem as informações suficientes, as mesmas não realizam as análises de forma adequadas, este é o caso das empresas entrevistadas neste estudo.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa em questão teve como objetivo avaliar o impacto da utilização das tecnologias da indústria 4.0 na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos digital. A realização deste trabalho, permitiu encontrar na literatura resultados que identificam as principais tecnologias utilizadas na CSD, os fatores relacionados a CSD, fatores que tornam a CSD resiliente e responsiva, de forma a verificar suas particularidades, como resultado também foi possível identificar as práticas de resiliência e responsividade estabelecendo sua relação com as tecnologias digitais.

O método de pesquisa adotado para definir os conceitos abordados foi a realização da RSL, neste estudo teórico observou-se que o uso de tecnologias digitais relacionadas as práticas existentes nos processos, garantem a obtenção de fatores que tornam as CSD resilientes e responsivas. Para a constatação prática desta relação foi aplicado estudo múltiplos casos com operadores logísticos brasileiros. As descrições abaixo estão embasadas em livros e artigos das principais bases de dados encontradas na literatura que estão relacionadas ao assunto em questão, as informações foram validadas junto aos especialistas representantes das empresas entrevistadas.

Em relação a CSD conclui-se que são redes de negócios interconectadas, por meio de tecnologias inteligentes que engloba toda a operação de um empreendimento. Os quatorze (14) fatores identificados relacionados a CSD, são: Inteligente; Interconectividade; Instrumentada; Colaborativo; Flexibilidade; Integração; Adaptabilidade; Agilidade; Transparência / Visibilidade; Inovador; Velocidade; Automação; Escalabilidade; Ecológico / Sustentável. Na RSL realizada foi possível verificar que existem poucas pesquisas relacionadas ao tema, mesmo sendo evidente a identificação dos benefícios da digitalização das CS. Sendo assim, identifica-se nesse assunto um espaço para desenvolvimento de estudos.

A utilização das tecnologias digitais possibilita que as organizações sejam interconectadas, com alta capacidade de processamento de informações, possibilitando assim, a elaboração de estratégias inovadoras que geram melhorias significativas em suas operações, no processo produtivo e nas relações com seus fornecedores e clientes, ajudando as empresas a enfrentarem as exigências do mercado mantendo sincronizado as tecnologias, recursos humanos, e processos. As dez (10) principais tecnologias digitais relacionadas a CSD são: Ciber segurança;

Realidade Aumentada; *Big data*; Robôs e veículos autônomos; Simulações; Manufatura aditiva; Integração de sistemas; Computação em nuvem; *IoT* e *Blockchain*. Essas novas tecnologias aplicadas na cadeia de suprimentos, proporcionam autonomia e vínculos digitais dentro e entre empresas, aprimorando o sistema de fornecimento de produtos e serviços aos consumidores finais, obtendo-se assim, resiliência e responsividade.

Buscar obter resiliência na CSD é fundamental para as organizações se manterem competitivas no mercado, para isso, o foco deve ser direcionado principalmente para os fornecedores, as organizações buscam a habilidade e capacidade de suportar interrupções no processo, recuperando-se dos distúrbios com retorno rápido da continuidade operacional; adaptando-se aos novos riscos do ambiente; se preparando para os eventos inesperados e com isso, possibilitando que o sistema retorne ao seu estado original, ou até melhor que o anterior. Foram identificados sete (7) fatores benéficos relacionados a aumento da resiliência na CSD: Adaptabilidade; Agilidade; Conectividade; Robustez; Redundância; Recuperabilidade; Reconfigurabilidade.

Inserir responsividade na CSD, significa direcionar os esforços aos clientes, indica a capacidade de satisfazer as necessidades e as demandas dos consumidores. Satisfazer os anseios dos clientes de forma rápida e precisa é fornecer o produto certo, no momento certo, sem alterações no nível de qualidade do produto e dos serviços, atendendo prontamente a todas as solicitações. Para isso é necessário reduzir a incerteza, a equivocidade e aprimorar a capacidade de resolver possíveis conflitos com parceiros gerenciando os riscos. Foram identificados sete (7) fatores benéficos relacionados a aumento da responsividade na CSD: Capacidade de resposta; Dinamismo; Inovação; Integração; Tecnológico; Velocidade; Visibilidade.

Fazer gerenciamento de riscos da CS é fundamental e representa a realização de práticas proativas para enfrentar de forma efetiva as possibilidades de interrupções e distúrbios em todas as etapas da CS, sejam elas internas ou externas à empresa, proporcionando assim, uma continuidade dos negócios. Com a realização da análise dos documentos foi possível encontrada as trinta e nove (39) práticas de resiliência e responsividade distribuídas dentro de oito (8) processos relacionados a CSD.

A literatura evidencia e os especialistas entrevistados confirmam a importância das organizações buscarem resiliência e responsividade em suas atividades, inserindo novas tecnologias em seus processos para obter fatores que

direcionam para sistemas ágeis, flexíveis, com capacidade de resposta rápida aos eventos inesperados, se adaptando e se recuperando de possíveis perturbações no fornecimento e no processo, com estratégias transparentes que visam manter a confiança e satisfação do cliente, com atendimento a demanda no tempo específico.

Diante do exposto verifica-se que como resultados da RSL foram identificados os conceitos e fatores relacionados a CSD, as tecnologias que à suportam, foram identificados também conceitos, fatores e práticas relacionadas a resiliência e responsividade na CSD, atendendo assim aos objetivos específicos “a” e “b”.

Para validação das informações e verificação de quais tecnologias são utilizadas em cada prática de resiliência e responsividade encontradas na literatura, foi aplicado um *survey* com perguntas específicas utilizadas como base para posterior entrevistas semiestruturadas aplicadas nos estudos de múltiplos casos, o questionário foi respondido por representantes das empresas (operadores logísticos) especialistas em CSD, os mesmos também participaram do estudo de múltiplos casos, destacando na interação a importância da utilização das novas tecnologias digitais para que as cadeias de suprimentos se tornem resilientes e responsivas.

As perguntas foram elaboradas com base na RSL buscando a validação junto aos especialistas sobre os conceitos encontrados na literatura que estão relacionados ao impacto do uso das tecnologias digitais na CS, os fatores referentes à CSD, resiliência e responsividade. As perguntas também foram direcionadas a identificação de quais tecnologias digitais estão sendo utilizadas nas empresas entrevistadas, verificando onde essas tecnologias digitais estão sendo aplicadas, em quais processos, práticas e para quais finalidades. E por fim, verificar se houve melhora no processo, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

O estudo de múltiplos casos, com aplicação entrevista semiestruturada foi realizada em quatro (4) operadores logísticos de representatividade em CS, satisfazendo ao objetivo específico “C”. A finalidade das entrevistas eram de assimilar o uso das tecnologias em casos reais, procurando entender seus impactos suas utilidades. Os conceitos, fatores e práticas encontradas na literatura foram validadas pelos especialistas entrevistados. Além disso, foram apontadas as tecnologias digitais que contribuem para desempenho das práticas, destacando-se as seguintes tecnologias: ciber segurança, *big data*, robôs e veículos autônomos, simulação, computação em nuvem e *IoT*, atendendo ao objetivo específico “d”. Com menor

aplicação, porém adquirindo cada vez mais visibilidade, foram também apontadas as tecnologias de integração de sistemas e *blockchain*. E por fim, satisfazendo ao objetivo específico “e” foram analisadas as informações obtidas com relação ao uso destas tecnologias na CS, e com isso, foi possível identificar que a aplicação das mesmas busca criar processos e operações resilientes e responsivos visto os benefícios obtidos que atuam como facilitadores para as práticas estabelecidas. No entanto, mesmo com a aplicação de algumas tecnologias específicas no processo, foi identificado e confirmado com os especialistas, que as mesmas são utilizadas em atividades e operações isoladas, não se integrando em sua totalidade.

Sendo assim, conclui-se que as tecnologias digitais realmente possuem os fatores mencionados, sendo suas aplicações vantajosas para os processos da CS. Entretanto, para implementação das tecnologias são necessárias mudanças culturais das organizações, de forma a entender o valor agregado na implantação da tecnologia, considerando que suas aplicações são mais vantajosas quando aplicadas em conjuntas de forma integrada e com informações se propagando de maneira automática.

Uma CSD necessita de integração entre os sistemas e empresas utilizando tecnologias digitais para que os benefícios sejam atingidos. Atualmente no Brasil, não há incentivo para investimento nesse nível tecnológico encontrado na literatura. A digitalização da CS demandaria também de uma reorganização de infraestrutura nas organizações e altos investimentos. As dificuldades são evidentes em pontos como: falta de recursos; falta de mão de obra especializada para manusear tais tecnologias e prestar suporte adequado; falta de mensuração e indicadores que demonstrem ganhos e o valor agregado no uso das tecnologias digitais.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa em questão apresenta e relaciona as práticas de resiliência e responsabilidades em CSD, a literatura sobre o tema aponta expectativas de grandes vantagens para a CSD, no entanto, há necessidade de uma análise mais aprofundada em relação ao funcionamento da CSD, buscando gerar conhecimentos específicos e teorias na área. O modelo utilizado como base nesta pesquisa abrange todos os segmentos. Sendo assim, sugere-se como trabalhos futuros, a realização de estudos de casos múltiplos em empresas de diferentes segmentos em território nacional e

internacional, buscando compreender formas de utilização mais específicas das tecnologias digitais dentro da CS, já que a escolha e aplicação das tecnologias digitais está relacionada ao tipo de negócio e estratégias de cada organização.

Outro destaque está relacionado a falta de mensuração por parte das empresas entrevistadas no estudo de caso múltiplo. Dessa forma, sugere-se também o desenvolvimento de pesquisas que demonstrem quais indicadores podem ser considerados para a mensuração de práticas de resiliência e responsividade na CSD, visando apresentar os impactos da aplicação de tecnologias digitais na CS.

Outras sugestões de estudo relacionado a CSD são pesquisas que buscam melhor entendimento sobre questões que envolvem o desempenho da CSD, como inovação, qualidades, custos e tempo, assuntos estes relevantes a área de logística e cadeia de suprimentos. Estudos relacionados a CSD precisam ser mais explorados e requerem atenção especial.

REFERÊNCIAS

ABDEL-BASSET, M.; MANOGARAN, G.; MOHAMED, M. Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems. **Future Generation Computer Systems**, v. 86, p. 614–628, 2018.

ABOL - Associação Brasileira de Operadores Logísticos. Disponível em: <<https://abolbrasil.org.br/>>. Acesso em: 25 fev. 2021.

ABOL - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE OPERADORES LOGÍSTICOS. Perfil dos operadores logísticos no Brasil. **Fundação Dom Cabral FDC**, p. 104, jul. 2020.

AFONSO, M. H. F. et al. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo ProKnow-C na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 47–62, 2011.

ALICKE, K.; REXHAUSEN, D.; SEYFERT, A. Supply Chain 4.0 in consumer goods. **McKinsey**, n. Exhibit 1, p. 1–11, 2017.

ALTAY, N. et al. Agility and resilience as antecedents of supply chain performance under moderating effects of organizational culture within the humanitarian setting: a dynamic capability view. **Production Planning and Control**, v. 29, n. 14, p. 1158–1174, 2018.

AMBULKAR, S.; BLACKHURST, J.; GRAWE, S. Firm's resilience to supply chain disruptions: Scale development and empirical examination. **Journal of Operations Management**, v. 33–34, p. 111–122, 2015.

ANDELFINGER, V. P.; HÄNISCH, T. **Industrie 4.0 - Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern**. Wiesbaden: Springer Gabler, 2017.

AVILÉS-SACOTO, S. V. et al. A glance of industry 4.0 at supply chain and inventory management. **International Journal of Industrial Engineering: Theory Applications and Practice**, v. 26, n. 4, p. 486–506, 2019.

BAI, C.; SARKIS, J. Improving green flexibility through advanced manufacturing technology investment: Modeling the decision process. **International Journal of Production Economics**, v. 188, p. 86–104, 2017.

BARBOSA-POVOA, A. P.; PINTO, J. M. Process supply chains: Perspectives from academia and industry. **Computers and Chemical Engineering**, v. 132, 2020.

BARYANNIS, G. et al. Supply chain risk management and artificial intelligence: state of the art and future research directions. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, p. 2179–2202, 2019.

BECHTSIS, D. et al. Intelligent Autonomous Vehicles in digital supply chains: A framework for integrating innovations towards sustainable value networks. **Journal of Cleaner Production**, v. 181, p. 60–71, 2018.

BEN-DAYA, M.; HASSINI, E.; BAHROUN, Z. Internet of things and supply chain management: a literature review. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 15–16, p. 4719–4742, 2019.

BIANCHINI, A. 3PL provider selection by AHP and TOPSIS methodology. **Benchmarking: An International Journal**, 2018.

BICOCCHI, N. et al. Dynamic digital factories for agile supply chains: An architectural approach. **Journal of Industrial Information Integration**, v. 15, n. February, p. 111–121, 2019.

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

BLACKHURST, J.; DUNN, K. S.; CRAIGHEAD, C. W. An empirically derived framework of global supply resiliency. **Journal of Business Logistics**, v. 32, n. 4, p. 374–391, 2011.

BLACKHURST, J. V.; SCHEIBE, K. P.; JOHNSON, D. J. Supplier risk assessment and monitoring for the automotive industry. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 38, n. 2, p. 143–165, 2008.

BOGATAJ, D.; BOGATAJ, M. Measuring the supply chain risk and vulnerability in frequency space. **International Journal of Production Economics**, v. 108, n. 1–2, p. 291–301, 2007.

BOUNFOUR, A. **Digital Futures, Digital Transformation: From Lean Production to Acceluction**. 1^o ed. New York: Springer International Publishing, 2016.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. 1^o ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BRANDENBURG, M.; REBS, T. Sustainable supply chain management: A modelling perspective. **Annals of Operations Research**, v. 229, n. 1, p. 213–252, 2015.

BRANDON-JONES, E. et al. A Contingent Resource-Based Perspective of Supply Chain Resilience and Robustness. **Journal of Supply Chain Management**, v. 50, n. 3, p. 55–73, 2014.

BRYMAN, A. **Social research methods**. 5^o ed. New York: Oxford University Press, 2016.

BUBNOVA, G. V. et al. Information technologies for risk management of transportation-logistics branch of the "Russian railways. **MATEC Web of Conferences**, v. 235, p. 8–11, 2018.

BUTNER, K. The smarter supply chain of the future. **Strategy and Leadership**, v. 38, n. 1, p. 22–31, 2010.

BÜYÜKÖZKAN, G.; GÖÇER, F. Digital Supply Chain: Literature review and a

proposed framework for future research. **Computers in Industry**, v. 97, p. 157–177, 2018.

CAI, Z. et al. The moderating role of information technology capability in the relationship between supply chain collaboration and organizational responsiveness: Evidence from China. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 36, n. 10, p. 1247–1271, 2016.

CALATAYUD, A.; MANGAN, J.; CHRISTOPHER, M. The Self-thinking Supply Chain. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 24, n. 1, p. 22–38, 2019.

CARIDADE, R. et al. Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1096–1103, 2017.

CARTER, C.; EASTON, P. L. Sustainable Supply Chain Management: Evolution and Future Directions. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, p. 46–62, 2011.

CARVALHO, H. et al. Supply chain redesign for resilience using simulation. **Computers and Industrial Engineering**, v. 62, n. 1, p. 329–341, 2012.

CARVALHO, H.; CRUZ-MACHADO, V.; TAVARES, J. G. A Mapping Framework for Assessing Supply Chain Resilience. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 12, n. 3, p. 354–373, 2012.

CAVALCANTE, I. M. et al. A supervised machine learning approach to data-driven simulation of resilient supplier selection in digital manufacturing. **International Journal of Information Management**, v. 49, n. February, p. 86–97, 2019.

CAVINATO, J. L. Supply chain logistics risks: From the back room to the board room. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 34, n. 5, p. 383–387, 2004.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6^o ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHEN, H. Y.; DAS, A.; IVANOV, D. Building resilience and managing post-disruption supply chain recovery: Lessons from the information and communication technology industry. **International Journal of Information Management**, v. 49, n. May, p. 330–342, 2019.

CHO, M. et al. Restaurant dependence/autonomy in the supply chain and market responsiveness: The moderating roles of information technology adoption and trust. **International Journal of Contemporary Hospitality Management**, v. 30, n. 9, p. 2945–2964, 2018.

CHO, V.; CHAN, A. An integrative framework of comparing SaaS adoption for core and non-core business operations: An empirical study on Hong Kong industries. **Information Systems Frontiers**, v. 17, n. 3, p. 629–644, 2015.

CHRISTOPHER, M. The agile supply chain: competing in volatile markets.

Industrial marketing management, v. 29, n. 1, p. 37–44, 2000.

CHRISTOPHER, M. **Logistics & Supply Chain Management**. 4^o ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2011.

CHRISTOPHER, M.; HOLWEG, M. “Supply Chain 2.0”: Managing supply chains in the era of turbulence. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 41, n. 1, p. 63–82, 2011.

CHRISTOPHER, M.; PECK, H. Building the resilient supply chain. **International Journal of Logistics Management**, v. 15, n. 2, p. 1–13, 2004.

COLICCHIA, C. et al. Information sharing in supply chains: a review of risks and opportunities using the systematic literature network analysis (SLNA). **Supply Chain Management**, v. 24, n. 1, p. 5–21, 2019.

COLICCHIA, C.; STROZZI, F. Supply chain risk management: A new methodology for a systematic literature review. **Supply Chain Management**, v. 17, n. 4, p. 403–418, 2012.

CRANFIELD. **Understanding Supply Chain Risk: A Self-Assessment Workbook**. Bedford: Cranfield University, School of Management, Department for Transport, 2003.

CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **SCM Definitions and Glossary of Terms**. Disponível em: <https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx>. Acesso em: 29 abr. 2020.

DANESE, P.; ROMANO, P.; FORMENTINI, M. The impact of supply chain integration on responsiveness: The moderating effect of using an international supplier network. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 49, n. 1, p. 125–140, 2013.

DAVIS, J. et al. Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance. **Computers & Chemical Engineering**, v. 47, p. 145–156, 2012.

DJATNA, T.; LUTHFIYANTI, R. An Analysis and Design of Responsive Supply Chain for Pineapple Multi Products SME Based on Digital Business Ecosystem (DBE). **Procedia Manufacturing**, v. 4, n. less, p. 155–162, 2015.

DOBRZYKOWSKI, D. D. et al. Examining Absorptive Capacity in Supply Chains: Linking Responsive Strategy and Firm Performance. **Journal of Supply Chain Management**, v. 51, n. 4, p. 3–28, 2015.

DOLGUI, A. et al. Scheduling in production, supply chain and Industry 4.0 systems by optimal control: fundamentals, state-of-the-art and applications. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 2, p. 411–432, 2019a.

DOLGUI, A. et al. Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain in the supply chain. **International Journal**

of **Production Research**, v. 58, n. 7, p. 2184–2199, 2019b.

DOLGUI, A.; IVANOV, D.; SOKOLOV, B. Ripple effect in the supply chain: an analysis and recent literature. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1–2, p. 414–430, 2018.

DUBEY, R. et al. Supply chain agility, adaptability and alignment: Empirical evidence from the Indian auto components industry. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 38, n. 1, p. 129–148, 2018.

DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A.; CHILDE, S. J. The design of a responsive sustainable supply chain network under uncertainty. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 80, n. 1–4, p. 427–445, 2015.

EISENHARDT, K. M.; MARTIN, J. A. Dynamic Capabilities: What are They?. *Strategic Management*. **Strategic Management Journal**, v. 21, n. 10/11, p. 21–1105, 2000.

ELLURU, S. et al. Proactive and reactive models for disaster resilient supply chain. **Annals of Operations Research**, p. 1–26, 2017.

ENSSLIN, L. et al. ProKnow-C, knowledge development process-constructivist. **Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI**, v. 10, n. 4, p. 2015, 2010.

ER KARA, M.; OKTAY FIRAT, S. Ü.; GHADGE, A. A data mining-based framework for supply chain risk management. **Computers and Industrial Engineering**, v. 139, n. xxxx, p. 105570, 2020.

EROL, O.; SAUSER, B. J.; MANSOURI, M. A framework for investigation into extended enterprise resilience. **Enterprise Information Systems**, v. 4, n. 2, p. 111–136, 2010.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 6º ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FARAHANI, P.; MEIER, C.; WILKE, J. **Digital supply chain management agenda for the automotive supplier industry**. Cham: Springer International Publishing, 2017.

FARIA, P. M. **Revisão sistemática da literatura: Contributo para um novo paradigma investigativo**. 2º ed. Santo Tirso: Writebooks, 2019.

FATORACHIAN, H.; KAZEMI, H. A critical investigation of Industry 4.0 in manufacturing: theoretical operationalisation framework. **Production Planning and Control**, v. 29, n. 8, p. 633–644, 2018.

FILHO, C. C. M. V. Histórico, contextualização e perfil do Operador Logístico no Brasil. **ABOL - Associação Brasileira de Operadores Logísticos**, p. 48, jul. 2020.

FONTELLES, M. J. ; et al. *Metodologia da Pesquisa Científica: Diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa*. 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, p. 15–26, 2019.

FRAZZON, E. M.; KÜCK, M.; FREITAG, M. Data-driven production control for complex and dynamic manufacturing systems. **CIRP Annals**, v. 67, n. 1, p. 515–518, 2018.

FURLAN, P. K.; LAURINDO, F. J. B. Agrupamentos epistemológicos de artigos publicados sobre big data analytics. **Transinformacao**, v. 29, n. 1, p. 91–100, 2017.

GAWANKAR, S.; GUNASEKARAN, A.; KAMBLE, S. A study on investments in the big data-driven supply chain, performance measures and organisational performance in Indian retail 4.0 context. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 5, p. 1574–1593, 2020.

GIANNAKIS, M.; SPANAKI, K.; DUBEY, R. A cloud-based supply chain management system: effects on supply chain responsiveness. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 32, n. 4, p. 585–607, 2019.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Estudo de caso - Fundamentação científica subsídios para coleta e análise de dados como redigir o relatório**. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GRUNDSTEIN, S.; FREITAG, M.; SCHOLZ-REITER, B. A new method for autonomous control of complex job shops – Integrating order release, sequencing and capacity control to meet due dates. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 42, p. 11–28, 2017.

GRUSCHKA, N.; LÜSSEM, J. Information Quality Challenges in Industry 4.0. **Ciudad Real (Spain)**, v. 10, p. 85–92, 2016.

GULATI, R.; SYTCH, M. Dependence asymmetry and joint dependence in interorganizational relationships: Effects of embeddedness on a manufacturer's performance in procurement relationships. **Administrative Science Quarterly**, v. 52, n. 1, p. 32–69, 2007.

GUNASEKARAN, A.; LAI, K. HUNG; EDWIN CHENG, T. C. Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy. **Omega**, v. 36, n. 4, p. 549–564, 2008.

GUNASEKARAN, A.; SARKIS, J. Research and applications in e-commerce and third-party logistics management. **International Journal of Production Economics**, v. 113, n. 1, p. 123–126, 2008.

GUPTA, S. et al. Leveraging Smart Supply Chain and Information System Agility for Supply Chain Flexibility. **Information Systems Frontiers**, v. 21, n. 3, p. 547–564,

2019a.

GUPTA, S. et al. Leveraging Smart Supply Chain and Information System Agility for Supply Chain Flexibility. **Information Systems Frontiers**, 2019b.

HAGBERG, J.; SUNDSTROM, M.; EGELS-ZANDÉN, N. The digitalization of retailing: an exploratory framework. **International Journal of Retail and Distribution Management**, v. 44, n. 7, p. 694–712, 2016.

HARLAND, C.; BRENCHLEY, R.; WALKER, H. Risk in supply networks. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 9, n. 2, p. 51–62, 2003.

HE, J. et al. A real-option approach to mitigate disruption risk in the supply chain. **Omega (United Kingdom)**, v. 88, p. 133–149, 2019.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design principles for industrie 4.0 scenarios**. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). **Anais...IEEE**, 2016

HO, W. et al. Supply chain risk management: A literature review. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 16, p. 5031–5069, 2015.

HOFMANN, E.; RÜSCH, M. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. **Computers in Industry**, v. 89, p. 23–34, 2017.

HOSSEINI, S.; IVANOV, D.; DOLGUI, A. Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 125, n. February, p. 285–307, 2019.

HUO, B. The impact of supply chain integration on company performance: An organizational capability perspective. **Supply Chain Management**, v. 17, n. 6, p. 596–610, 2012.

IVANOV, D. et al. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH**, v. 54, n. 2, p. 386–402, jan. 2016.

IVANOV, D. **Structural dynamics and resilience in supply chain risk management**. Berlin: International Series in Operations Research & Management Science, 2018.

IVANOV, D. et al. A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0. **Annual Reviews in Control**, v. 46, p. 134–147, 2018.

IVANOV, D. et al. Digital Supply Chain Twins: Managing the Ripple Effect, Resilience, and Disruption Risks by Data-Driven Optimization, Simulation, and Visibility. **International Series in Operations Research and Management Science**, v. 276, p. 309–332, 2019a.

IVANOV, D. ‘A blessing in disguise’ or ‘as if it wasn’t hard enough already’: reciprocal and aggravate vulnerabilities in the supply chain. **International Journal of**

Production Research, v. 0, n. 0, p. 1–11, 2019.

IVANOV, D. et al. Intellectualization of control: Cyber-physical supply chain risk analytics. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 355–360, 2019b.

IVANOV, D. Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 136, n. March, p. 101922, 2020.

IVANOV, D.; DOLGUI, A. New disruption risk management perspectives in supply chains: Digital twins, the ripple effect, and resilience. **IFAC-PapersOnLine**, v. 52, n. 13, p. 337–342, 2019a.

IVANOV, D.; DOLGUI, A. Low-Certainty-Need (LCN) supply chains: a new perspective in managing disruption risks and resilience. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 15–16, p. 5119–5136, 2019b.

IVANOV, D.; DOLGUI, A.; SOKOLOV, B. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 3, p. 829–846, 2019.

JOHNSON, N.; ELLIOTT, D.; DRAKE, P. Exploring the role of social capital in facilitating supply chain resilience. **Supply Chain Management**, v. 18, n. 3, p. 324–336, 2013.

JOLY, M. et al. Refinery production scheduling toward Industry 4.0. **Frontiers of Engineering Management**, v. 37, p. 1877–1882, 2017.

JÜTTNER, H. P. U.; CHRISTOPHER, M. Supply chain risk management: Outlining an agenda for future research. **International Journal of Logistics: Research & Applications**, v. 6, n. 4, p. 12, 2003.

KAGERMANN, H. et al. **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group (ACATECH STUDY)**. Munich: Forschungsunion, 2013.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. **Final Report of the Industrie 4.0 Working Group**, p. 1–84, 2013.

KAMALAHMADI, M.; PARAST, M. M. A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. **International Journal of Production Economics**, v. 171, p. 116–133, 2016.

KIM, M.; SURESH, N. C.; KOCABASOGLU-HILLMER, C. An impact of manufacturing flexibility and technological dimensions of manufacturing strategy on improving supply chain responsiveness: Business environment perspective. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 18, p. 5597–5611, 2013.

KLEINDORFER, P. R.; SAAD, G. H. Managing disruption risks in supply chains. **Production and operations management**, v. 14, n. 1, p. 53–68, 2005.

KRAUSE, D. R.; VACHON, S.; KLASSEN, R. D. Special topic forum on Sustainable Supply Chain Management: Introduction and reflections on the role of purchasing management. **Journal of Supply Chain Management**, v. 45, n. 4, p. 18–25, 2009.

KUMAR, S.; ANBANANDAM, R. Impact of risk management culture on supply chain resilience: An empirical study from Indian manufacturing industry. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability**, v. 234, n. 2, p. 246–259, 2020.

KUMAR, S. K.; TIWARI, M. K.; BABICEANU, R. F. Minimisation of supply chain cost with embedded risk using computational intelligence approaches. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 13, p. 3717–3739, 2010.

KUMAR, V. et al. Implementation and management framework for supply chain flexibility. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 19, n. 3, p. 303–319, 2006.

KUSIAK, A. Smart manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1–2, p. 508–517, 2018.

LASI, H. et al. Industry 4.0. **Business and Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239–242, 2014.

LEE, K. et al. Application of IoT to Inventory Management in the Tire Industry. **International Information Institute (Tokyo)**, v. 19, n. 11, p. 5001–5005, 2016.

LI, Y. et al. Additive manufacturing technology in spare parts supply chain: a comparative study. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 5, p. 1498–1515, 2017.

LI, Y. et al. Network characteristics and supply chain resilience under conditions of risk propagation. **International Journal of Production Economics**, n. October, p. 107529, 2019.

LIN, Y.; ZHOU, L. The impacts of product design changes on supply chain risk: A case study. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 41, n. 2, p. 162–186, 2011.

MANDAL, S. An empirical-relational investigation on supply chain responsiveness. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 20, n. 1, p. 59–82, 2015.

MANDAL, S. The influence of organizational culture on healthcare supply chain resilience: moderating role of technology orientation. **Journal of Business and Industrial Marketing**, v. 32, n. 8, p. 1021–1037, 2017.

MANUJ, I.; MENTZER, J. T. Global supply chain risk management strategies. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 38,

n. 3, p. 192–223, 2008.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8º ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MARCOS, J.; MACAULAY, S. Organisational Resilience: the Key to Anticipation, Adaptation and Recovery. **Cranfield School of Management**, n. May, 2008.

MARTINS, G. DE A. **Estudo de caso: uma estratégia de pesquisa**. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MATIAS-PEREIRA, J. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica**. 4º ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MIN, H. Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. **Business Horizons**, v. 62, n. 1, p. 35–45, 2019.

MISHRA, S.; SINGH, S. P. A stochastic disaster-resilient and sustainable reverse logistics model in big data environment. **Annals of Operations Research**, 2020.

MORISSE, M.; PRIGGE, C. Design of a business resilience model for industry 4.0 manufacturers. **AMCIS 2017 - America's Conference on Information Systems: A Tradition of Innovation**, v. 2017- Augus, p. 1–10, 2017.

MOTHILAL, S. et al. Key success factors and their performance implications in the Indian third-party logistics (3PL) industry. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 9, p. 2407–2422, 2012.

MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTÁN-DÍAZ, M.; GARRIDO-VEGA, P. Improving supply chain responsiveness through Advanced Manufacturing Technology: the mediating role of internal and external integration. **Production Planning and Control**, v. 27, n. 9, p. 686–697, 2016.

NOVAES, A. G. N. **Logística e Gerenciamento Da Cadeia De Distribuição. Estratégia, Operação E Avaliação**. 11º ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2007.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, v. 83, n. January 2019, p. 121–139, 2016.

OH, J.; JEONG, B. Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 55, n. March 2018, p. 217–233, 2019.

OLSON, D. L.; DASH, D. A review of enterprise risk management in supply

chain. **Kybernetes**, v. 39, n. 5, p. 694–706, 2010.

PAVLOV, A. et al. Integrated detection of disruption scenarios, the ripple effect dispersal and recovery paths in supply chains. **Annals of Operations Research**, n. 0123456789, 2019.

PEREIRA, C. R.; CHRISTOPHER, M.; LAGO DA SILVA, A. Achieving supply chain resilience: the role of procurement. **Supply Chain Management**, v. 19, n. December 2013, p. 626–642, 2014.

PETTIT, T. J.; FIKSEL, J.; CROXTON, K. L. Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework. **Journal of business logistics**, v. 31, n. 1, p. 1–21, 2010.

PONOMAROV, S. Y.; HOLCOMB, M. C. Understanding the concept of supply chain resilience. **The International Journal of Logistics Management**, v. 20, n. 1, p. 124–143, 2009.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How smart, connected products are transforming companies. **Harvard Business Review**, v. 2015, n. October, 2015.

QI, X. Improving responsiveness of supply chain through RFID visibility technology. **IEEE/INFORMS International Conference on Service Operations, Logistics and Informatics, SOLI 2009**, p. 513–517, 2009.

RAJESH, R. Technological capabilities and supply chain resilience of firms: A relational analysis using Total Interpretive Structural Modeling (TISM). **Technological Forecasting and Social Change**, v. 118, p. 161–169, 2017.

RALSTON, P.; BLACKHURST, J. Industry 4.0 and resilience in the supply chain: a driver of capability enhancement or capability loss? **International Journal of Production Research**, v. 0, n. 0, p. 1–14, 2020.

RAMIREZ-PEÑA, M. et al. Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4.0 perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 244, 2020.

RASHID, A.; TJAHJONO, B. Achieving manufacturing excellence through the integration of enterprise systems and simulation. **Production Planning and Control**, v. 27, n. 10, p. 837–852, 2016.

RAVINDRAN, A. R. et al. Risk adjusted multicriteria supplier selection models with applications. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 2, p. 405–424, 2010.

RODRIGUES, A. C. et al. Economics Efficiency of specialized 3PL providers in an emerging economy. v. 205, n. February, p. 163–178, 2018.

ROH, J.; HONG, P.; MIN, H. Implementation of a responsive supply chain strategy in global complexity: The case of manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v. 147, n. PART B, p. 198–210, 2014.

ROSSIT, D. A.; TOHMÉ, F.; FRUTOS, M. Industry 4.0: Smart Scheduling.

International Journal of Production Research, v. 57, n. 12, p. 3802–3813, 2019.

RÜSSMANN, M. et al. Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing. **Boston Consulting**, v. 9, n. April, p. 1–5, 2015.

SAENGCHAI, S.; JERMSITTIPARSERT, K. Coping strategy to counter the challenges towards implementation of Industry 4.0 in Thailand: Role of supply chain agility and resilience. **International Journal of Supply Chain Management**, v. 8, n. 5, p. 733–744, 2019.

SAMVEDI, A.; JAIN, V.; CHAN, F. T. S. Quantifying risks in a supply chain through integration of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. **International Journal of Production Research**, v. 51, n. 8, p. 2433–2442, 2013.

SANJEEVI, V.; SHAHABUDEEN, P. Development of performance indicators for municipal solid waste management (PIMS): A review. **Waste Management and Research**, v. 33, n. 12, p. 1052–1065, 2015.

SCHLEICH, B. et al. Shaping the digital twin for design and production engineering. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 66, n. 1, p. 141–150, 2017.

SCHNIEDERJANS, D. G.; CURADO, C.; KHALAJHEDAYATI, M. Supply chain digitisation trends: An integration of knowledge management. **International Journal of Production Economics**, v. 220, n. November 2018, p. 107439, 2020.

SCHOLTEN, K.; SCOTT, P. S.; FYNES, B. Mitigation processes - antecedents for building supply chain resilience. **Supply Chain Management**, v. 19, n. 2, p. 211–228, 2014.

SCHOLZ-REITER, B.; REKERSBRINK, H.; GOERGES, M. Dynamic flexible flow shop problems-Scheduling heuristics vs. autonomous control. **CIRP ANNALS-MANUFACTURING TECHNOLOGY**, v. 59, n. 1, p. 465–468, 2010.

SCHOLZ-REITER, B.; REKERSBRINK, H.; GÖRGES, M. Dynamic flexible flow shop problems - Scheduling heuristics vs. autonomous control. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, v. 59, n. 1, p. 465–468, 2010.

SCHUH, G. et al. **Industrie 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies (ACATECH STUDY)**. Munich: Herbert Utl Verlag, 2017.

SELEME, R.; ZATTAR, I. C.; DETRO, S. P. Improving Logistics Management, in Digital Supply Chain: Model for the inclusion of disruptive technologies. **Submetido à Publicação**, 2020.

SHALEV-SHWARTZ, S.; BEN-DAVID, S. **Understanding machine learning: From theory to algorithms**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.

SHELLSHEAR, E.; BERLIN, R.; CARLSON, J. S. Maximizing Smart Factory Systems by Incrementally Updating Point Clouds. **IEEE COMPUTER GRAPHICS AND APPLICATIONS**, v. 35, n. 2, p. 62–69, 2015.

SIKORSKI, J. J.; HAUGHTON, J.; KRAFT, M. Blockchain technology in the chemical industry: Machine-to-machine electricity market. **Applied Energy**, v. 195, p. 234–246, 2017.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. [s.l.] UFSC, Florianópolis, 2005.

SINGH, R. K. Modelling of critical factors for responsiveness in supply chain. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 6, p. 868–888, 2015.

STARR, R.; NEWFROCK, J.; DELUREY, M. Enterprise Resilience: Managing Risk in the Networked Economy. **Strategy and Business**, n. 30, p. 70–79, 2003.

STECKE, K. E.; KUMAR, S. Sources of supply chain disruptions, factors that breed vulnerability, and mitigating strategies. **Journal of Marketing Channels**, v. 16, n. 3, p. 193–226, 2009.

STROZZI, F. et al. Literature review on the “Smart Factory” concept using bibliometric tools. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 22, p. 6572–6591, 2017.

TAN, W. J.; ZHANG, A. N.; CAI, W. A graph-based model to measure structural redundancy for supply chain resilience. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 20, p. 6385–6404, 2019.

TANG, C. S. Perspectives in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, v. 103, n. 2, p. 451–488, 2006.

TANG, C.; TOMLIN, B. The power of flexibility for mitigating supply chain risks. **International Journal of Production Economics**, v. 116, n. 1, p. 12–27, 2008.

TANG, O.; NURMAYA MUSA, S. Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. **International Journal of Production Economics**, v. 133, n. 1, p. 25–34, 2011.

TAO, F. et al. Advanced manufacturing systems: socialization characteristics and trends. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 28, n. 5, p. 1079–1094, 2017.

TRKMAN, P.; MCCORMACK, K. Supply chain risk in turbulent environments-A conceptual model for managing supply chain network risk. **International Journal of Production Economics**, v. 119, n. 2, p. 247–258, 2009.

TUKAMUHABWA, B. R. et al. Supply chain resilience: Definition, review and theoretical foundations for further study. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 18, p. 5592–5623, 2015.

TUMMALA, R.; SCHOENHERR, T. Assessing and managing risks using the Supply Chain Risk Management Process (SCRMP). **Supply Chain Management**, v. 16, n. 6, p. 474–483, 2011.

VERNADAT, F. B. et al. Information systems and knowledge management in industrial engineering: Recent advances and new perspectives. **International Journal**

of **Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2707–2713, 2018.

VICKERY, S. K. et al. Supply chain information technologies and organisational initiatives: Complementary versus independent effects on agility and firm performance. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 23, p. 7025–7042, 2010.

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

WAGNER, S. M.; BODE, C. An Empirical Examination of Supply Chain Performance Along Several Dimensions of Risk. **Journal of Business Logistics**, v. 29, n. 1, p. 307–325, 2008.

WAMBA, S. F. et al. How “big data” can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study. **International Journal of Production Economics**, v. 165, p. 234–246, 2015.

WANG, L.; WANG, X. V. Latest Advancement in Cloud Technologies. **Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing**, p. 3–31, 2018.

WANG, Y. et al. Acquiring logistics process intelligence: Methodology and an application for a Chinese bulk port. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 1, p. 195–209, 2014.

WIELAND, A.; WALLENBURG, C. M. The influence of relational competencies on supply chain resilience: A relational view. **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 43, n. 4, p. 300–320, 2013.

WITKOWSKI, K. Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. **Procedia Engineering**, v. 182, p. 763–769, 2017.

WU, L. et al. Smart supply chain management: A review and implications for future research. **International Journal of Logistics Management**, v. 27, n. 2, p. 395–417, 2016.

WU, T.; BLACKHURST, J.; CHIDAMBARAM, V. A model for inbound supply risk analysis. **Computers in Industry**, v. 57, n. 4, p. 350–365, 2006.

XU, L. DA; HE, W.; LI, S. Internet of things in industries: A survey. **IEEE Transactions on Industrial Informatics**, v. 10, n. 4, p. 2233–2243, 2014.

XU, X. From cloud computing to cloud manufacturing. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 28, n. 1, p. 75–86, 2012.

XU, X. Machine Tool 4.0 for the new era of manufacturing. **International journal of advanced manufacturing technology**, v. 92, n. 5–8, p. 1893–1900, 2017.

YAPA, S. T. W. S.; LECTURER, S. Factors Influencing Supply Chain Responsiveness in the Apparel Industry in Sri Lanka. p. 65–86, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5^o ed. Porto Alegre:

Bookman, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa Qualitativa do Início ao Fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

YIN, R. K. **Case study research and applications : design and methods**. 6^o ed. Los Angeles: SAGE Publications Ltd, 2018.

ZHAO, K.; ZUO, Z.; BLACKHURST, J. V. Modelling supply chain adaptation for disruptions: An empirically grounded complex adaptive systems approach. **Journal of Operations Management**, v. 65, n. 2, p. 190–212, 2019.

APÊNDICE 1 – RESULTADOS DA REVISÃO DA LITERATURA

Nesta secção estão apresentados os resultados da revisão sistemática da literatura, onde foi encontrado um portfólio bibliográfico com artigos de grande relevância que embasam a revisão da literatura descrita nos CAPÍTULOS 2 e 4.

RESULTADOS DA RSL (1ª SELEÇÃO)

Após estabelecido o protocolo de pesquisa, foi realizada a revisão da literatura e aplicados filtros em diferentes etapas. Lembrando que essa primeira fase foi utilizada apenas as combinações das palavras-chave *resilience*, *responsiveness* e *digital supply chain*, pois essas eram as que se enquadravam com o tema. Com isso, foi realizado uma pesquisa por tópicos, para encontrar todos os documentos que comentam sobre o tema em questão.

A TABELA 1 demonstra a quantidade encontrada em cada base de dados, utilizando as palavras-chave de forma individual e combinadas. Com isso, compreende-se que a busca por trabalhos relacionados as palavras-chave *resilience* e *responsiveness* encontrou-se muitas publicações por ser um termo importante em vários setores. A busca realizada utilizando individualmente a palavra-chave *digital supply chain*, encontrou-se poucos artigos se comparados ao termo resiliência. Já a pesquisa realizada com as palavras-chave combinadas, utilizando o operador *booleano OR* e *AND*, demonstra carência de estudos acadêmicos.

TABELA 1 – EXPRESSÕES CHAVES PESQUISADA POR TÓPICO

PESQUISA REALIZADA POR TÓPICOS				
Palavras-Chave	"Resilience"	"Responsiveness"	"Digital supply chain"	"Resilience" OR "Responsiveness" AND "Digital supply chain"
Scopus	342.348	643.928	518	59
Science Direct	101.275	712.365	130	30
Web of Science	75.469	123.935	49	6
TOTAL	519.092	1.480.228	697	95

FONTE: O autor (2021).

A partir desse ponto verifica-se na TABELA 2 que a busca por trabalhos relacionados as palavras-chaves *resilience* e *responsiveness* no título, ainda

continuou com uma grande quantidade de publicações. A busca realizada utilizando a palavra-chave *digital supply chain*, teve uma grande redução na quantidade de artigos. E por último na pesquisa realizada com as palavras-chave correlacionadas, utilizando o operador *booleano OR* e *AND* nota-se a existência de apenas 1 artigo publicado.

TABELA 2 – EXPRESSÕES CHAVES PESQUISADA POR TÍTULO

PESQUISA REALIZADA POR TÍTULO				
Palavras-Chave	<i>“Resilience”</i>	<i>“Responsiveness”</i>	<i>“Digital supply chain”</i>	<i>“Resilience” OR “Responsiveness” AND “Digital supply chain”</i>
<i>Scopus</i>	25.646	23.905	36	1
<i>Science Direct</i>	4.543	16.861	5	0
<i>Web of Science</i>	21.928	28.435	15	0
TOTAL	52.117	69.201	56	1

FONTE: O autor (2021).

No entanto, para busca de conhecimento, foram utilizados os artigos selecionados por tópico, demonstrados na TABELA 1. A partir desses 95 artigos, foram excluídos 14 artigos que estavam em duplicidade. Na próxima etapa de identificação do alinhamento com o tema através da leitura do título, foram excluídos 30 artigos, restando 51 artigos para serem analisados nas próximas fases.

Devido à baixa quantidade de artigos encontrados, não foram realizadas as etapas de separação dos artigos em função do número do número de citações como medida de relevância científica. Sendo assim, na próxima etapa foram excluídos 8 artigos que não estavam disponíveis integralmente para leitura. Com isso, ficaram no processo 43 artigos para fase de identificação do alinhamento com o tema através da leitura do resumo. Após a leitura dos resumos dos artigos que constam no portfólio bibliográfico, 23 foram excluídos. Com isso, foram selecionados 20 artigos para o portfólio bibliográfico, conforme demonstrado no QUADRO 36.

QUADRO 36 – PORTFÓLIO DE ARTIGOS (1ª SELEÇÃO)

ITEM	AUTOR	ARTIGO	PERIÓDICO	ANO	PALAVRAS-CHAVE	CITAÇÕES	OBJETIVO
1	Gülçin Büyüközkan; Fethullah Göçer.	<i>Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research</i>	<i>Computers in Industry</i>	2018	<i>Digital Supply Chain (DSC); Literature review; Technology enablers; DSC framework</i>	101	Analisar em detalhes o estado da arte da literatura existente do DSC, do ponto de vista acadêmico e industrial. Ele identifica as principais limitações e perspectivas do DSC, resume pesquisas anteriores e identifica lacunas de conhecimento, fornecendo vantagens, fraquezas e limitações de métodos individuais. O artigo também visa fornecer uma estrutura de desenvolvimento como um roteiro para futuras pesquisas e práticas.
2	Dmitry Ivanov; Alexandre Dolgui.	<i>Low-Certainty-Need (LCN) supply chains: a new perspective in managing disruption risks and resilience</i>	<i>International Journal of Production Research</i>	2019	<i>Supply chain design; supply chain risk management; supply chain resilience; supply chain dynamics; supply chain engineering; disruption; recovery; ripple effect; digital supply chain; robustness</i>	63	Sugerir uma nova abordagem para o gerenciamento de riscos de interrupção da cadeia de suprimentos (SC), em que o comportamento do SC depende menos da certeza de nosso conhecimento sobre o meio ambiente e suas mudanças.
3	Seyedmohsen Hosseini; Dmitry Ivanov; Alexandre Dolgui.	<i>Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis</i>	<i>Transportation Research Part E</i>	2019	<i>Supply chain resilience; Disruption risk; Resilience supplier; Supply disruptions; Review; Resilient supply chain; Capacity resilience; Ripple effect; Digital supply chain</i>	58	Conceituar e apresentar de forma abrangente uma revisão sistemática da literatura recente sobre modelagem quantitativa do SCR, pertencendo-o ao conceito original de capacidade de resiliência.
4	Ian M. Cavalcante; Enzo M. Frazzon; Fernando A. Forcellinia; Dmitry Ivanov.	<i>A supervised machine learning approach to data-driven simulation of resilient supplier selection in digital manufacturing</i>	<i>International Journal of Information Management</i>	2019	<i>Supplier selection; Machine learning; Simulation; Digital supply chain; Data-driven decision-making support; Resilience; Digital supply chain twin</i>	24	Desenvolver uma técnica híbrida, combinando simulação e aprendizado de máquina, e examinamos suas aplicações no suporte à tomada de decisões orientada a dados na seleção resiliente de fornecedores. Considerar a entrega pontual como um indicador da confiabilidade do fornecedor e exploramos as condições que envolvem a formação de perfis resilientes de desempenho do fornecimento. Teorizar as noções de perfil de risco do desempenho do fornecedor e desempenho resiliente da cadeia de suprimentos.

5	Dmitry Ivanov; Suresh Sethi; Alexandre Dolgui; Boris Sokolov.	<i>A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0</i>	<i>Annual Reviews in Control</i>	2018	<i>Control; Supply Chain; Operations; Industry 4.0; Dynamics; Planning; Scheduling; Optimal program control; Model-predictive control; Adaptation; Resilience; Digital Supply Chain</i>	24	Analisar o efeito cascata nas cadeias de suprimentos e cronograma em Indústria 4.0 e analisar o uso da tecnologia digital em modelos teóricos de controle. Descreve questões e perspectivas importantes que definem a dinâmica nas cadeias de suprimentos, operações e redes da Indústria 4.0 e identifica e sistematiza diferentes fluxos na aplicação da teoria de controle às operações e gerenciamento e engenharia da cadeia de suprimentos no período de 1960 a 2018.
6	Agustina Calatayud; John Mangan; Martin Christopher.	<i>The self-thinking supply chain</i>	<i>Supply Chain Management</i>	2019	<i>Information systems; Performance management; Agile; New technology</i>	16	Um tema emergente na literatura médica sugere que a cadeia de suprimentos do futuro - possibilitada especialmente pelo desenvolvimento das TIC - será autônoma e terá capacidades preditivas, trazendo ganhos significativos de eficiência em um ambiente cada vez mais complexo e incerto. Este artigo visa preencher a lacuna entre o profissional e a literatura acadêmica sobre esses tópicos e contribuir para a prática e a teoria, procurando entender como esses desenvolvimentos ajudarão a enfrentar os principais desafios e oportunidades da cadeia de suprimentos.
7	Dmitry Ivanov; Alexandre Dolgui; Ajay Das; Boris Sokolov.	<i>Digital Supply Chain Twins: Managing the Ripple Effect, Resilience, and Disruption Risks by Data-Driven Optimization, Simulation, and Visibility</i>	<i>International Series in Operations Research & Management Science</i>	2019	<i>Supply chain dynamics; Supply chain risk management; Supply chain resilience; Industry 4.0; Additive manufacturing; Blockchain; Big data analytics; Ripple effect; Digital twin</i>	10	Este capítulo propõe uma estrutura de análise de risco de SC e explica o conceito de gêmeos de SC digitais. Ele analisa perspectivas e transformações futuras esperadas na transição para os SCs ciber-físicos. Ele demonstra uma visão de como as tecnologias digitais e as operações inteligentes podem ajudar a integrar a resiliência e o pensamento enxuto em uma estrutura de resiliência “SC de baixa necessidade de certeza” (LCN).
12	Claudia Colicchia; Alessandro Creazz; Carlo Noè; Fernanda Strozzi.	<i>Information sharing in supply chains: a review of risks and opportunities using the systematic literature network analysis (SLNA)</i>	<i>Supply Chain Management</i>	2019	<i>Resilience; Supply-chain management; Risk management; Systematic literature review; Supply chain vulnerability; Supply chain disruptions</i>	9	Identificar e discutir as áreas de pesquisa mais importantes sobre compartilhamento de informações nas cadeias de suprimentos e riscos relacionados, levando em consideração sua evolução ao longo do tempo. Este artigo lança luz sobre o que está acontecendo hoje e quais são as trajetórias para o futuro, com particular respeito às implicações para o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

9	Hsi Yueh Chen; Ajay Das; Dmitry Ivanov.	<i>Building resilience and managing post-disruption supply chain recovery: Lessons from the information and communication technology industry</i>	<i>International Journal of Information Management</i>	2019	<i>Supply chain; Resilience; Disruption management; Risks; Recovery; Case-study; ICT</i>	7	Este estudo analisa seis empresas, posicionadas a montante e a jusante na cadeia de suprimentos da indústria de tecnologia da informação e comunicação (TIC) em Taiwan. Fatores e estratégias específicos relacionados ao processo de gerenciamento pós-interrupção foram coletados por meio de entrevistas aprofundadas com os gerentes e executivos das empresas. As informações foram categorizadas em estágios distintos do processo de gerenciamento de interrupções: descoberta, recuperação e redesenho da cadeia de suprimentos.
10	Merve Er Kara; Seniye Ümit Oktay Firat; Abhijeet Ghadge.	<i>A data mining-based framework for supply chain risk management</i>	<i>Computers & Industrial Engineering</i>	2018	<i>Data mining; Data analytics; Decision support system; Supply chain risk management</i>	6	Desenvolver uma estrutura baseada em DM para a identificação, avaliação e mitigação de diferentes tipos de riscos nas cadeias de suprimentos. Uma abordagem holística integra as atividades de gerenciamento de riscos e DM em uma estrutura única para um gerenciamento de riscos eficaz. A estrutura é validada com um estudo de caso baseado em uma série de entrevistas semiestruturadas, discussões e um estudo em grupo focal.
11	Nicola Bicocchi; Giacomo Cabri; Federica Mandreoli; Massimo Mecella.	<i>Dynamic digital factories for agile supply chains: An architectural approach</i>	<i>Journal of Industrial Information Integration</i>	2019	<i>Smart factory; Digital factory; Interoperability framework; Process; Service; Data space</i>	5	Discutir uma arquitetura de interoperabilidade para fábricas digitais. Para isso, ele investiga o problema analisando os principais requisitos para habilitar uma arquitetura de fábrica escalável caracterizada por acesso a serviços, agregação de dados e orquestração de processos de produção. Então, o artigo revisa o estado da arte w.r.t. esses requisitos e propõe uma estrutura arquitetônica que conjuga recursos de arquiteturas orientadas a serviços e de compartilhamento de dados. A estrutura é exemplificada através de um estudo de caso.
8	Alexander Pavlov; Dmitry Ivanov; Frank Werner; Alexandre Dolgui; Boris Sokolov.	<i>Integrated detection of disruption scenarios, the ripple effect dispersal and recovery paths in supply chains</i>	<i>Annals of Operations Research</i>	2019	<i>Supply chain; Resilience; Ripple effect; Recovery; Graph theory; Genome; Scenarios; Fuzzy systems</i>	5	Conceituação de uma nova abordagem metódica para a detecção de cenários de interrupção, dispersão do efeito cascata e caminhos de recuperação nas cadeias de suprimentos com base em genomas estruturais, integrar e expandir o conhecimento existente adquirido isolado na análise de robustez e no planejamento de recuperação em uma estrutura abrangente para a construção de uma teoria e para fins gerenciais.
13	Yuhong Li; Christopher W. Zobel; Onur Seref; Dean Chatfield.	<i>Network characteristics and supply chain resilience under conditions of risk propagation</i>	<i>International Journal of Production Economics</i>	2019	<i>Supply chain resilience; Complex network Network characteristics; Risk propagation</i>	2	Investigar a relação entre as características da rede e a resiliência da cadeia de suprimentos, demonstrando que a investigação das características da rede pode levar a um melhor entendimento da resiliência da cadeia de suprimentos.

14	Dmitry Ivanov.	<i>Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case</i>	<i>Transportation Research Part E</i>	2020	<i>Supply chain; Risk management; Resilience; Epidemic outbreak; Coronavirus; COVID-19; SARS-CoV-2; Pandemic plan; Simulation; Digital twin.</i>	1	Oferecer uma análise para observar e prever impactos de curto e longo prazo de surtos epidêmicos nas cadeias de suprimentos, juntamente com informações gerenciais. Um conjunto de experimentos de sensibilidade para diferentes cenários permite ilustrar o comportamento do modelo e seu valor para os tomadores de decisão.
15	Ana Paula Barbosa-Povoa; José Mauricio Pinto.	<i>Process supply chains: Perspectives from academia and industry</i>	<i>Computers and Chemical Engineering</i>	2020	<i>Process supply chains; Industrial gases; Optimization; Sustainability; Uncertainty; Multiscale; Challenges; Perspectives;</i>	1	Identificar e discutir as contribuições atuais, desafios e perspectivas nas cadeias de suprimentos de processos que podem orientar os profissionais de pesquisa a enfrentar desafios que abrangem representações do escopo da cadeia de suprimentos, abordagens de modelagem, gerenciamento e implementação de dados. Exemplos incluem risco e incerteza da cadeia de suprimentos, decisões em várias escalas, sustentabilidade e resiliência.
16	Magdalena Ramirez-Peña; Alejandro J. Sánchez Sotano; Víctor Pérez-Fernandez; Francisco J. Abad; Moises Batista	<i>Achieving a sustainable shipbuilding supply chain under I4.0 perspective</i>	<i>Journal of Cleaner Production</i>	2020	<i>Shipbuilding; Industry 4.0; Supply chain; Green; Lean; Agile; Resilient.</i>	1	Conectar cada uma das principais tecnologias I4.0 ativadoras aos paradigmas mais significativos da cadeia de suprimentos: Lean, Ágil, Resiliente Verde para definir qual deve ser a Cadeia de Suprimentos para Construção Naval.
17	Sonia Valeria Avilés-Sacoto; Jonnatan Fernando Avilés-González; Heriberto García-Reyes; Maria Cristina Bermeo-Samaniego; Ana Katherin Cañizares-Jaramillo; Sofia Natalia Izquierdo-Flores	<i>A glance of industry 4.0 at supply chain and inventory management</i>	<i>International Journal of Industrial Engineering</i>	2019	<i>Industry 4.0; smart manufacturing; cloud manufacturing; supply chain management; inventory management</i>	0	Apresentar uma revisão da literatura de como o Setor 4.0 está afetando os campos Gerenciamento da cadeia de suprimentos e Gerenciamento de estoque. Três perguntas de pesquisa foram usadas para explorar o estado da arte do tópico. As descobertas mostram um campo fértil para novos métodos e operações suportados pela tecnologia e operações orientadas a dados para se tornar um adotante da Indústria 4.0.

18	Shraddha Mishra; Surya Prakash Singh.	<i>A stochastic disaster-resilient and sustainable reverse logistics model in big data environment</i>	<i>S.I.: Design and Management of Humanitarian Supply Chains</i>	2020	<i>Reverse logistics; Mixed-integer linear program (MILP); Uncertain demand and returns; Carbon cap and trade; Resilience</i>	0	Discutir um modelo de programação linear para fornecer tomada de decisão conjunta para localização de instalações e distribuição de produção entre países para logística direta e reversa. Testar a eficácia do modelo para lidar com interrupções causadas por desastres naturais ou pelo homem. A alocação dinâmica de instalações permite que o modelo resista às interrupções de demanda / fornecimento em uma zona afetada por desastres. Assim, o modelo proposto equilibra resiliência e sustentabilidade sob demanda incerta do mercado e retorno do produto.
19	Dmitry Ivanov, Alexandre Dolgui, Boris Sokolov, Marina Ivanov	<i>Intellectualization of control: cyber-physical supply chain risk analytics</i>	<i>IFAC-Papers On-Line</i>	2019	<i>supply chain; control cyber-physical; Industry 4.0; resilience; disruption; recovery; analytics</i>	0	Analisar a integração da teoria de controle (a chamada intelectualização do controle) e a integração no gerenciamento de riscos da cadeia de suprimentos (as chamadas cadeias de suprimentos <i>ciber-físicas</i> e análises de risco). Analisar como a teoria de controle pode aprimorar a análise de risco na cadeia de suprimentos <i>ciber físico</i> . Discutir o desenvolvimento de abordagens interdisciplinares para otimização e simulação da cadeia de suprimentos, com considerações de risco de interrupção com base na análise de controle.
20	Dmitry Ivanov; Alexandre Dolgui	<i>New disruption risk management perspectives in supply chains: digital twins, the ripple effect, and resilience</i>	<i>IFAC-Papers On-Line</i>	2019	<i>supply chain; resilience; disruption; ripple effect; digital supply chain; digital twin; blockchain; Industry 4.0; risk analytics.</i>	0	Delinear as principais características das duas novas perspectivas no gerenciamento de riscos de interrupção da cadeia de suprimentos (SC), ou seja, efeito cascata e resiliência. Discutir as metodologias para mitigar as rupturas de SC e recuperar em caso de rupturas graves. Observar as razões e estratégias de mitigação para o efeito cascata no CS e apresenta a estrutura de controle do efeito cascata que é composta por redundância, flexibilidade e resiliência.

FONTE: O autor (2021).

RESULTADOS DA RSL (2ª SELEÇÃO)

A partir do portfólio bibliográfico demonstrado anteriormente, foi realizado o teste de aderência comparando as palavras-chave desses artigos encontrados com as utilizadas na pesquisa. Com isso, manteve-se as palavras-chave utilizadas anteriormente e foram inseridas mais seis palavras-chaves para aumentar o campo de busca e melhorar o portfólio bibliográfico para utilização como referência no trabalho. Sendo assim, inicia-se a segunda fase, para busca de conhecimento e para citação dos artigos como referência no CAPÍTULO 2, repetindo-se o protocolo de pesquisa e as formas de filtro para encontrar outros documentos com a inclusão das novas palavras-chave.

A busca por artigos relacionados às novas palavras-chave, nesta fase foi realizada de forma individual para se ter a percepção da quantidade de trabalhos já realizados com os termos em questão. Com isso, na TABELA 3 estão demonstradas as quantidades de trabalhos encontrados, onde foram denominados os eixos de pesquisa, com palavras que contém o mesmo significado, realizando a busca sem aplicação de nenhum tipo de filtro.

TABELA 3 – ARTIGOS POR TÓPICO COM PALAVRAS-CHAVE INDIVIDUAIS

BUSCA EM TODOS OS CAMPOS (TÓPICO) DO ARTIGO				
Palavras-chave individuais	<i>“Resilience”</i>	<i>“Responsiveness”</i>	<i>“Supply Chain” OR “Logistic”</i>	<i>“Digital” OR “Technol*” OR “4.0” OR “Smart” OR “Intelligence”</i>
Número do Eixo	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
<i>Scopus</i>	342.348	643.928	1.065.052	21.001.832
<i>Science Direct</i>	101.275	712.365	577.681	2.804.398
<i>Web of Science</i>	75.469	123.935	385.971	2.689.060
Total	519.092	1.480.228	2.028.704	26.495.290

FONTE: O autor (2021).

Na TABELA 4 estão demonstradas as quantidades de trabalhos encontrados, aplicando o filtro direto nos recursos das próprias bases de dados, onde foram realizadas as buscas das palavras-chave apenas nos títulos dos documentos. Como já esperado, é possível verificar que a quantidade de trabalhos diminuiu significativamente se comparados aos valores demonstrados na TABELA 3, mas ainda continua numerosa.

TABELA 4 – ARTIGOS POR TÍTULO COM PALAVRAS-CHAVE INDIVIDUAIS

BUSCA POR TÍTULO DO ARTIGO				
Palavras-chave individuais	<i>“Resilience”</i>	<i>“Responsiveness”</i>	<i>“Supply Chain” OR “Logistic”</i>	<i>“Digital” OR “Technol*” OR “4.0” OR “Smart” OR “Intelligence”</i>
Número do Eixo	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3	Eixo 4
<i>Scopus</i>	25.646	23.905	75.274	907.102
<i>Science Direct</i>	4.543	16.861	10.177	44.002
<i>Web of Science</i>	21.928	28.435	34.972	644.208
Total	52.117	69.201	120.423	1.595.312

FONTE: O autor (2021).

Com objetivo de encontrar os artigos mais direcionados ao tema de pesquisa em questão, inicia-se a fase de busca de artigos utilizando as combinações entre as palavras-chave de cada eixo. Nesta primeira etapa as buscas foram realizadas em todos os campos dos documentos, ou seja, por tópicos dos trabalhos. Na TABELA 5 estão demonstradas as quantidades de trabalhos encontrados em cada bases de dados selecionada anteriormente.

TABELA 5 – ARTIGOS POR TÓPICO COM PALAVRAS-CHAVE COMBINADAS

BUSCA EM TODOS OS CAMPOS (TÓPICO) DO ARTIGO			
Combinações dos Eixos	(Eixo 1 OR Eixo 2) AND Eixo 3	Eixo 3 AND Eixo 4	(Eixo 1 OR Eixo 2) AND Eixo 3 AND Eixo 4
<i>Scopus</i>	37.479	465.080	20.483
<i>Science Direct</i>	46.954	137.329	14.131
<i>Web of Science</i>	3.373	26.004	361
Total	87.806	628.413	34.975

FONTE: O autor (2021).

Na sequência foram utilizadas as mesmas combinações de palavras-chave, porém, realizando um filtro disponível nas próprias bases de dados, a fim de encontrar documentos que contenham as combinações das palavras-chave nos títulos dos documentos. Na TABELA 6 estão demonstradas as quantidades de trabalhos encontrados.

TABELA 6 – ARTIGOS POR TÍTULO COM PALAVRAS-CHAVE COMBINADAS

BUSCA POR TÍTULO DO ARTIGO			
Combinações dos Eixos	(Eixo 1 OR Eixo 2) AND Eixo 3	Eixo 3 AND Eixo 4	(Eixo 1 OR Eixo 2) AND Eixo 3 AND Eixo 4
<i>Scopus</i>	413	2.600	17
<i>Science Direct</i>	90	72	2
<i>Web of Science</i>	239	877	11
Total	742	3.549	30

FONTE: O autor (2021).

Para busca de conhecimento nesta fase, foram utilizados os artigos selecionados por título, demonstrados na TABELA 6. A partir desses 30 artigos, foram excluídos 11 artigos que estavam em duplicidade. Na próxima etapa de identificação do alinhamento com o tema através da leitura do título, foram excluídos 2 artigos, restando 17 artigos para serem analisados nas próximas fases.

Conforme ocorrido anteriormente na seleção do portfólio selecionado no QUADRO 36 – PORTFÓLIO DE ARTIGOS (1ª SELEÇÃO), devido à baixa quantidade de artigos encontrados, não foram realizadas as etapas de separação dos artigos em função do número de citações como medida de relevância científica. Sendo assim, na próxima de exclusão de artigos não disponíveis integralmente para leitura, foram excluídos 3 artigos. Com isso, ficaram no processo 14 artigos para fase de identificação do alinhamento com o tema através da leitura do resumo. Após a leitura dos resumos dos artigos do portfólio bibliográfico, foi excluído apenas 1 artigo. Com isso, foram selecionados 13 artigos para o portfólio bibliográfico, conforme demonstrado no QUADRO 37.

QUADRO 37 – PORTFÓLIO DE ARTIGOS (2ª SELEÇÃO)

ITEM	AUTOR	ARTIGO	PERIÓDICO	ANO	PALAVRAS-CHAVE	CITAÇÕES	OBJETIVO
1	Hokey Min.	<i>Blockchain technology for enhancing supply chain resilience</i>	<i>Business Horizons</i>	2019	<i>Blockchain technology; Supply chain risk management; Cryptocurrency; Blockchain architecture; Supply chain resilience</i>	65	Revelar a mística da tecnologia blockchain e discutir maneiras de alavancar a tecnologia blockchain para melhorar a resiliência da cadeia de suprimentos em tempos de maiores riscos e incertezas.
2	Minkyun Kim; Nallan C. Suresh; Canan Kocabasoglu-Hillmer.	<i>An impact of manufacturing flexibility and technological dimensions of manufacturing strategy on improving supply chain responsiveness: Business environment perspective</i>	<i>International journal of production research</i>	2013	<i>manufacturing flexibility; manufacturing strategy; supply chain responsiveness; business environment; dynamic capability</i>	52	O principal objetivo desta pesquisa é investigar o impacto da flexibilidade de fabricação e das dimensões tecnológicas da estratégia de fabricação na capacidade de resposta da cadeia de suprimentos. Com base na fundamentação teórica da capacidade dinâmica, este estudo também examina o papel do ambiente de negócios na relação entre flexibilidade de fabricação e capacidade de resposta da cadeia de suprimentos.
3	R. Rajesh.	<i>Technological capabilities and supply chain resilience of firms: A relational analysis using Total Interpretive Structural Modeling (TISM)</i>	<i>Technological forecasting and social change</i>	2017	<i>Technological capability; Supply chain resilience; Supply chain risk management; TISM</i>	47	Construir uma modelagem estrutural interpretativo total para identificar, interpretar e reconhecer as principais capacidades tecnológicas das empresas que influenciam as capacidades de resiliência de suas cadeias de suprimentos.
4	Zhao Cai; Qian Huang; Hefu Liu; Liang Liang.	<i>The moderating role of information technology capability in the relationship between supply chain collaboration and organizational responsiveness Evidence from China</i>	<i>International journal of operations & production management</i>	2016	<i>IT capability; Supply chain collaboration; Organizational learning perspective; Organizational responsiveness.</i>	34	Propor um modelo para testar o relacionamento entre a colaboração da cadeia de suprimentos (SCC) e a capacidade de resposta organizacional. Três tipos de recursos de tecnologia da informação (TI) são considerados moderadores nesse relacionamento.

5	José Moyano-Fuentes; Macarena Sacristán-Díaz; Pedro Garrido-Veja.	<i>Improving supply chain responsiveness through Advanced Manufacturing Technology: the mediating role of internal and external integration</i>	<i>Production planning & control</i>	2016	<i>AMT; internal integration; external integration; responsiveness; supply chain integration</i>	25	Testar quatro hipóteses com um modelo que analisa o papel mediador da integração interna e externa na influência que a tecnologia de fabricação avançada exerce sobre a resiliência nos mercados industriais. Introduzindo os conceitos de fabricação avançada tecnologia e responsividade, o modelo proposto se concentra no relacionamento entre a implementação avançada de tecnologia de fabricação e a capacidade de resposta, bem como no papel mediador da integração da cadeia de suprimentos.
6	Santanu Mandal.	<i>The influence of organizational culture on healthcare supply chain resilience: moderating role of technology orientation</i>	<i>Journal of business & industrial marketing</i>	2017	<i>Organizational culture, Supply chain, Resilience, Technology orientation, Healthcare</i>	13	Explorar a influência das dimensões da cultura organizacional, a saber, cultura de desenvolvimento, cultura de grupo, cultura racional e cultura hierárquica, na resiliência da cadeia de suprimentos em saúde (HCRES). Além disso, o estudo explorou o papel moderador da orientação tecnológica nas dimensões da cultura organizacional e nas ligações de resiliência à saúde.
7	Dmitry Ivanov; Alexandre Dolgui; Ajay Das; Boris Sokolov.	<i>Digital Supply Chain Twins: Managing the Ripple Effect, Resilience, and Disruption Risks by Data-Driven Optimization, Simulation, and Visibility</i>	<i>International Series in Operations Research and Management Science</i>	2019	<i>Supply Chain Dynamics; Supply Chain Risk Management; Supply Chain Resilience; Industry 4.0; Additive Manufacturing; Blockchain; Big Data Analytics; Ripple Effect; Digital Twin</i>	10	Este capítulo propõe uma estrutura de análise de risco de SC e explica o conceito de gêmeos de SC digitais. Ele analisa perspectivas e transformações futuras esperadas na transição para os SC's ciber físicos. Ele demonstra uma visão de como as tecnologias digitais e as operações inteligentes podem ajudar a integrar a resiliência e o pensamento enxuto em uma estrutura de resiliência "SC de baixa necessidade de certeza" (LCN).
8	Taufik Djatna; Rohmah Luthfiyanti	<i>An Analysis and Design of Responsive Supply Chain for Pineapple Multi Products SME Based on Digital Business Ecosystem (DBE)</i>	<i>Procedia Manufacturing,</i>	2015	<i>Analysis and Design; Communities Stakeholder; Digital Business Ecosystem (DBE); Pineapple Multi Product; Responsive Supply Chain</i>	8	Modelar a cadeia de suprimentos responsiva por meio da análise e do design para atender às necessidades de informações e decisões das partes interessadas e envolver o gerenciamento de produtos e materiais percebíveis também. Portanto, os objetivos desta pesquisa são identificar o componente e o processo na análise de sistemas, desenvolver o sistema de cadeia de suprimentos responsivo ao design do produto.

9	Hsi Yueh Chen; Ajay Das; Dmitry Ivanov.	<i>Building resilience and managing post-disruption supply chain recovery: Lessons from the information and communication technology industry</i>	<i>International journal of information management</i>	2019	<i>Supply chain; Resilience; Disruption management; Risks; Recovery; Case-study; ICT</i>	7	Analisar seis empresas, posicionadas a montante e a jusante na cadeia de suprimentos da indústria de tecnologia da informação e comunicação (TIC) em Taiwan. Fatores e estratégias específicos relacionados ao processo de gerenciamento pós-interrupção foram coletados por meio de entrevistas aprofundadas com os gerentes e executivos das empresas. As informações foram categorizadas em estágios distintos do processo de gerenciamento de interrupções: descoberta, recuperação e redesenho da cadeia de suprimentos.
10	Qi Xu.	<i>Improving Responsiveness of Supply Chain through RFID Visibility Technology</i>	<i>IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics</i>	2009	<i>Responsiveness; RFID; Supply chain.</i>	2	Apresentar uma estrutura de sistema de cadeia de suprimentos responsivo usando a tecnologia RFID. Um submódulo do mecanismo de gerenciamento de eventos da cadeia de suprimentos está incluído no sistema proposto. Em seguida, são descritos os dois processos (distribuição e transporte) que são responsivos por meio de RFID.
11	Meehee Cho; Mark A. Bonn; Alex Susskind; Larry Giunipero.	<i>Restaurant dependence/autonomy in the supply chain and market responsiveness: The moderating roles of information technology adoption and trust</i>	<i>International journal of contemporary hospitality management</i>	2018	<i>Information technology, Trust; Market responsiveness; Restaurant dependence/autonomy; Restaurant-supplier relationships</i>	2	Este estudo tem como objetivo entender como a dependência e autonomia de restaurantes dentro da cadeia de suprimentos influenciam a capacidade de resposta do mercado. Um exame das influências relacionadas à melhoria da capacidade de resposta do mercado também foi realizado através da investigação dos papéis moderadores da adoção e confiança da tecnologia da informação.
12	Sakapas Saengchai; Kittisak Jermsittiparsert.	<i>Coping strategy to counter the challenges towards implementation of Industry 4.0 in Thailand: Role of supply chain agility and resilience</i>	<i>International Journal of Supply Chain Management</i>	2019	<i>Challenges in Implementation of Industry 4.0; Supply Chain Resilience, Supply Chain Agility; Thailand</i>	0	Determinar o impacto da oferta agilidade da cadeia em desafios organizacionais, legais, estratégicos e tecnológicos na forma de implementação da indústria 4.0. Além disso, o papel mediador da resiliência da cadeia de suprimentos também foi verificado na relação entre agilidade e desafios.
13	Peter Ralston; Jennifer Blackhurst.	<i>Industry 4.0 and resilience in the supply chain: a driver of capability enhancement or capability loss?</i>	<i>International Journal of Production Research</i>	2020	<i>Capability loss; smart systems; Industry 4.0; supply chain resilience</i>	0	Desenvolver uma melhor compreensão dos sistemas inteligentes e processos autônomos da era da Indústria 4.0.

FONTE: O autor (2021).

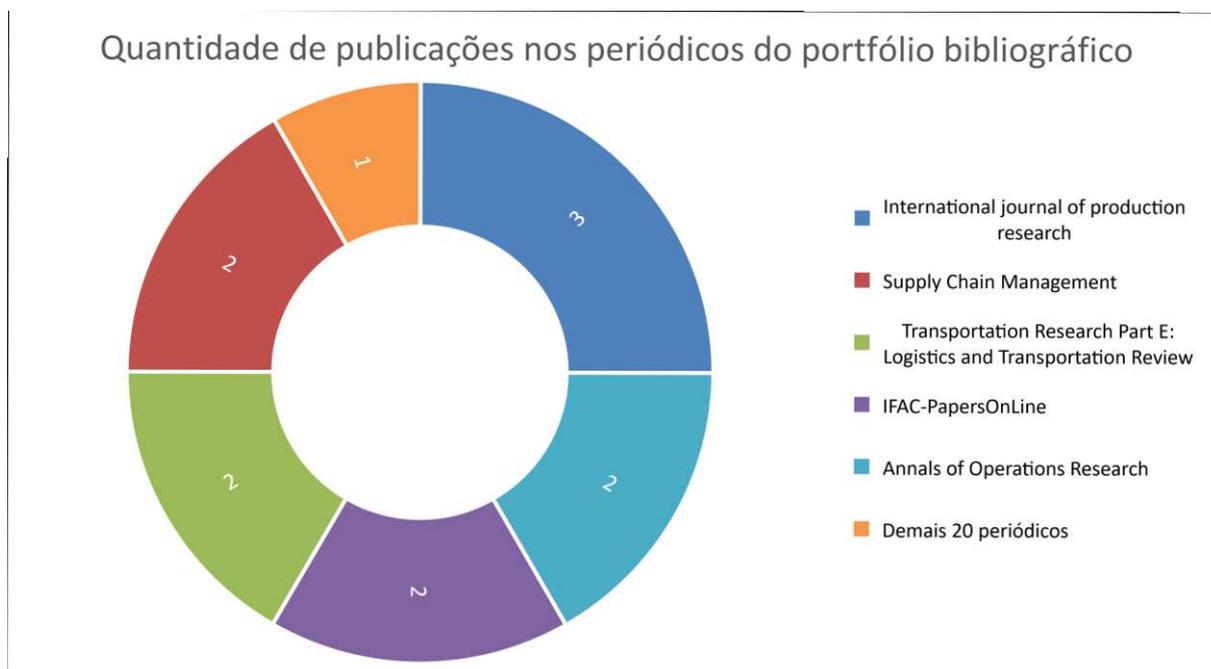
RESULTADOS DA RSL (ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO PORTFÓLIO)

A análise bibliométrica dos artigos selecionados faz parte da construção do portfólio bibliográfico para conhecimento sobre o tema de pesquisa. Esta análise, tem por objetivo demonstrar informações sobre o portfólio encontrado e quantificação de seus fatores (ENSSLIN et al., 2010).

Analisando os portfólios bibliográficos encontrados é possível verificar que dois artigos publicados foram selecionados tanto na busca por tópicos (1º portfólio) demonstrado no QUADRO 36 (itens 7 e 9) quanto na busca por título (2º portfólio) conforme QUADRO 37 (itens 7 e 9). Para análise bibliométrica foram consideradas os dois portfólios, excluindo-se apenas as duplicidades descrita no parágrafo anterior.

Inicialmente, foram avaliados os periódicos nos quais os artigos do portfólio bibliográfico estão publicados. Nesta avaliação é possível verificar, que o portfólio possui artigos diluídos em 25 periódicos diferentes, com destaque para o *International journal of production research* que concentra 3 artigos publicados em seus periódicos, conforme demonstrado no GRÁFICO 1.

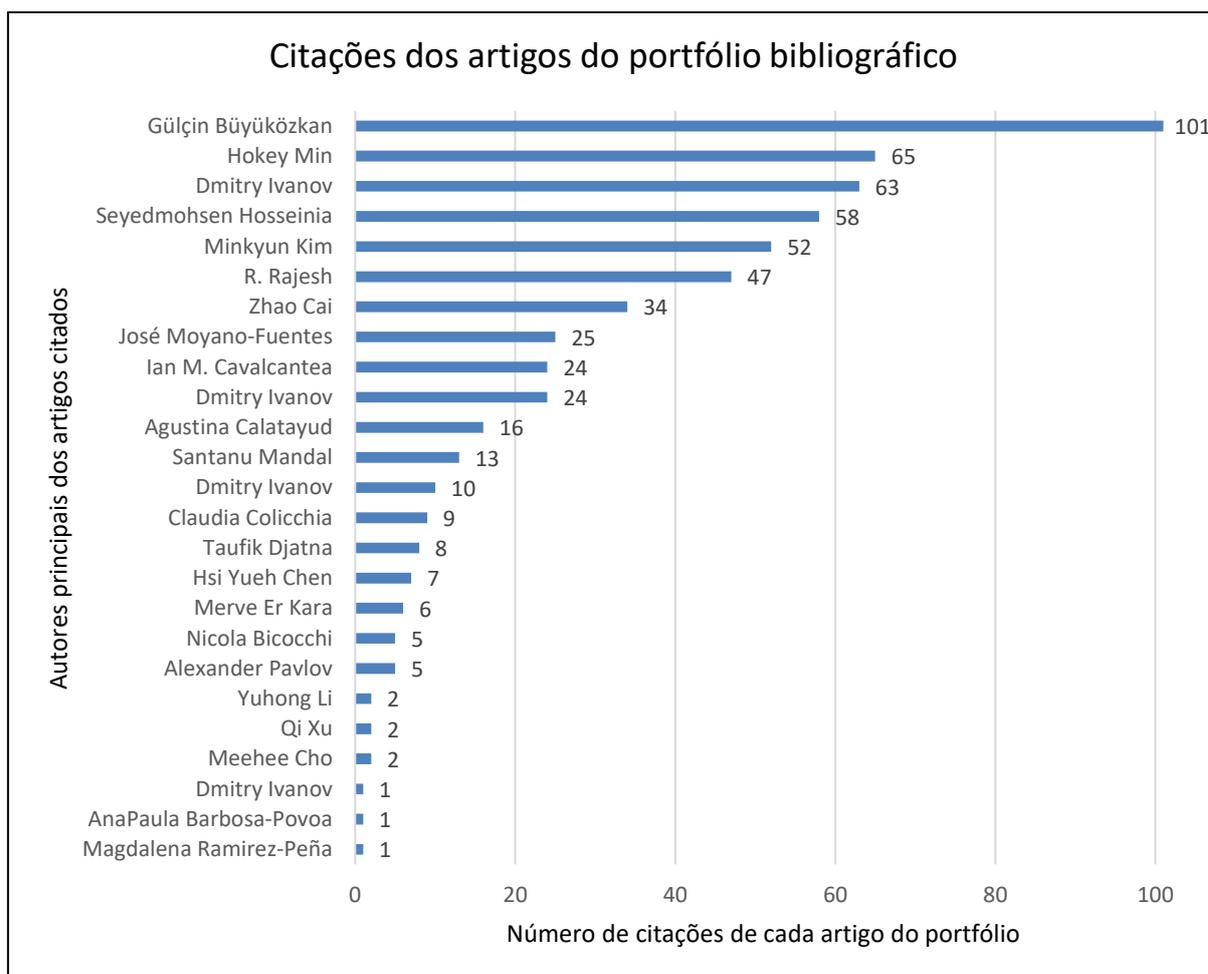
GRÁFICO 1 – PERIÓDICOS DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO



FONTE: O autor (2021).

Na busca e análise por relevância científica dos artigos do portfólio, observam-se alguns destaques: o artigo de Gülçin Büyüközkan, et al., (2018) que apresenta o maior número de citações; na sequência o artigo de Hokey Min. (2019) e Dmitry Ivanov, et al., (2019); que formam os três primeiros colocados, conforme demonstrado no GRÁFICO 2. Dos artigos selecionados seis não tiveram citações até o momento.

GRÁFICO 2 – RELEVÂNCIA DOS ARTIGOS DO PORTFÓLIO BIBLIOGRÁFICO



FONTE: O autor (2021).

Em relação aos autores do portfólio, existe uma grande variedade na pesquisa, com 72 autores no total com artigos publicados. Dentre eles o destaque fica para Dmitry Ivanov que possui 10 artigos que constam no portfólio bibliográfico. Na sequência, os destaques são Alexandre Dolgui com 7 artigos, Boris Sokolov com 4 artigos e Ajay Das com 2 artigos. Os outros 68 autores possuem apenas 1 artigo publicado que constam na seleção dos portfólios bibliográficos da pesquisa, conforme demonstrado no GRÁFICO 3.

SELEÇÃO DE ARTIGOS RELACIONADOS AS NOVAS TECNOLOGIAS NA CSD

Utilizando os artigos encontrados nas três bases de dados selecionadas, que estão relacionados a cadeia de suprimentos digitais, foi possível realizar uma pesquisa para seleção de artigos que descrevem sobre as principais tecnologias digitais. A busca foi realizada combinando as palavras chaves relacionadas a CSD com as principais tecnologias digitais encontrada na revisão sistemática da literatura. Considerando a remoção das duplicidades dos artigos, no QUADRO 38 estão apresentadas as quantidades encontradas em cada base de dados.

QUADRO 38 – TECNOLOGIAS NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

TECNOLOGIA		SCOPUS	WEB OF SCIENCE	SCIENCE DIRECT	TOTAL
("Digital" OR "Technol*" OR "4.0" OR "Smart" OR "Intelligence") AND ("Supply Chain" OR "Logistic")		2600	877	72	3549
(" Digital" OR " Technol*" OR " 4.0" OR " Smart" OR " Intelligence") AND (" Supply Chain" OR " Logistic")	("Cyber security")	16	2	2	17
	("Augmented Reality")	42	2	8	44
	("Big Data")	309	51	33	324
	(Autonomous AND (Vehicles OR Aircraft OR Robots))	78	4	12	86
	("Simulation")	458	44	29	478
	("Additive manufacturing" OR "Print 3D")	62	11	10	70
	("Systems Integration")	65	5	6	71
	("Cloud computing")	165	16	16	180
	("Internet of Things" OR "IoT")	455	65	39	490
	(Blockchain)	196	48	14	206

FONTE: O autor (2021).

Com base na pesquisa, verifica-se que as três primeiras tecnologias de destaque são "Internet of Things", onde 15,8% do total de artigos encontrados em relação a CSD citam essa tecnologia, na sequência "Simulation" com 15,0% e "Big Data" com 11,1%.

APÊNDICE 2 – TECNOLOGIAS IDENTIFICADAS NAS CSD

Nesta secção estão apresentados os autores que destacam em suas pesquisas as principais tecnologias identificadas nas cadeias de suprimentos digitais, conforme demonstrado no QUADRO 39. Para seleção dos autores foram identificados os mais relevantes em relação ao número de citações dos artigos, contabilizando trabalhos publicados a partir do ano de 2011.

QUADRO 39 – PRINCIPAIS TECNOLOGIAS IDENTIFICADAS NAS CSD

TECNOLOGIA	AUTORES
<i>("Cyber security")</i>	Lezoche, M. et al. (2020). Merkaš, Z.; Perkov, D.; Bonin, V. (2020). Borisova, V. V.; Tasueva, T. S.; Rakhimova, B. K. (2020). Ardito, L. et al. (2019). Ramirez-Peña, M. et al. (2019). Fernandez-Carames, T. M. et al. (2019). Bryatov, S. R.; Borodinov, A. (2019). Jamil, F. et al. (2019). Shokouhyar, S.; Pahlevani, N.; Mir Mohammad Sadeghi, F. (2019). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Moufaddal, M.; Benghabrit, A.; Bouhaddou, I. (2019). Bienhaus, F.; Haddud, A. (2018). Bag, S. et al. (2018). Massimino, B.; Gray, J. V.; Lan, Y. (2018). Dalmarco, G.; Barros, A. C. (2018). Vazquez-Martinez, G. A. et al. (2018). Yee, J. T.; Oh, S.-C. (2013).
<i>("Augmented Reality")</i>	Sorkun, M. F. (2020). Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Yavas, V.; Ozkan-Ozen, Y. D. (2020). Facchini, F. et al. (2020). Chen, Z. et al. (2020). Wang, W. et al. (2020). Van Lopik, K. et al. (2020). Merdin, D.; Ersoz, F. (2019). Ahl, A.; Goto, M.; Yarime, M. (2019). Ardito, L. et al. (2019). Ramirez-Peña, M. et al. (2019). Fernandez-Carames, T. M. et al. (2019). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Cimini, C. et al. (2019). Mandić, A.; Praničević, D. G. (2019). Gustafsson, E.; Jonsson, P.; Holmström, J. (2019). Oh, J.; Jeong, B. (2019). Zobel, B. et al. (2018). Choi, D.; Song, B. (2018). Dalmarco, G.; Barros, A. C. (2018). Vallandingham, L. R. et al. (2018). Fawcett, S. et al. (2018). Dallasega, P.; Rauch, E.; Linder, C. (2018). Druehl, C.; Carrillo, J.; Hsuan, J. (2018). Jhavar, A.; Garg, K. (2018). Kavka, L.; Kodym, O.; Cempírek, V. (2018). Ho, C.; Chuah, B. (2018). Strandhagen, W. et al. (2017). Tjahjono, B. et al. (2017). Strandhagen, J. O. et al. (2017). Pawar, D.; Arora, P.; Srivastava, S. (2017). Hovanec, M. et al. (2015). Günthner, W. A.; Wölfle, M.; Fischer, R. (2011).
<i>("Big Data")</i>	Behnke, K.; Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Dolgui, A. et al. (2020). Wong, L.-W. et al. (2020). Hahn, G. J. (2020). Di Vaio, A.; Varriale, L. (2020). Gawankar, S. A.; Gunasekaran, A.; Kamble, S. (2020). Hasan, M. M. et al. (2020). Evtodieva, T. E. et al. (2020). Jamrus, T.; Wang, H.-K.; Chien, C.-F. (2020). Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B. (2019). Choi, T.-M. et al. (2019). Ardito, L. et al. (2019). Baryannis, G. et al. (2019). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Choi, T.-M. (2019). Da Silva, V. L.; Kovaleski, J. L.; Pagani, R. N. (2019). Liu, S. et al. (2019). Tijan, E. et al. (2019). Kamilaris, A.; Fonts, A.; Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). Luthra, S.; Mangla, S. K. (2018). Büyüközkan, G.; Göçer, F. (2018). Dallasega, P.; Rauch, E.; Linder, C. (2018). Zhang, Y. et al. (2018). Lee, C. K. M. et al. (2018). Liu, Y. et al. (2018). Bienhaus, F.; Haddud, A. (2018). Büyüközkan, G.; Göçer, F. (2018a). Barata, J.; Rupino C., P.; Stal, J. (2018). Lin, C.-C.; Yang, J.-W. (2018). Kache, F.; Seuring, S. (2017). Witkowski, K. (2017). Gunasekaran, A.; Subramanian, N.; Papadopoulos, T. (2017). Rajesh, R. (2017). Strandhagen, J. O. et al. (2017). Strandhagen, J. W. et al. (2017). Xia, D. et al. (2017). Scuotto, V. et al. (2017). Suma, S. et al. (2017). Wang, S.; Song, M. (2017). Basheer, M. F. et al. (2016). Wu, L. et al. (2016). Kumar, M. et al. (2016). Zhang, Y. et al. (2016). Jayaram, A. (2016). Öberg, C.; Graham, G. (2016). Papert, M.; Rimpler, P.; Pflaum,

	<p>A. (2016). Kang, Y.-S.; Park, I.-H.; Youm, S. (2016). Xiao, Y. et al. (2016). Lingli, J. (2016). Tachizawa, E. M.; Alvarez-Gil, M. J.; Montes-Sancho, M. J. (2015). Wamba, S. F. et al. (2015). Maier, M. A.; Korbelt, J. J.; Brem, A. (2015). Pramatar, K. (2015). Benkaraache, T.; Monino, J.-L.; Salam, G. (2015). Jung, J. U.; Kim, H. S. (2015). Jossec, G.; Shanahan, O. (2015). Weng, W.-H.; Lin, W.-T. (2015). Terauchi, K. et al. (2015). Chen, Y. M.; Chiu, Y.-P. (2014). Mathrani, S. (2014). Evizal et al. (2014). Catay, B. et al. (2014). Zhang, Q. et al. (2013). Kim, M.; Chai, S. (2013).</p>
<p><i>(Autonomous AND (Vehicles OR Aircraft OR Robots))</i></p>	<p>Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Chen, S. et al. (2020). Yavas, V.; Ozkan-Ozen, Y. D. (2020). Monios, J.; Bergqvist, R. (2020). Nath, S.; Sarkar, B. (2020). Preindl, R.; Nikolopoulos, K.; Litsiou, K. (2020). Zhao, Z. et al. (2020). Stanley-Lockman, Z. (2020). Sorkun, M. F. (2020). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Tang, C. S.; Veelenturf, L. P. (2019). Vilken, V. et al. (2019). Giusti, R. et al. (2019). Fernández-Caramés, T. M. et al. (2019). Hofmann, E. et al. (2019). Rejeb, A.; Keogh, J. G.; Treiblmaier, H. (2019). Bányai, Á. et al. (2019). Tsolakis, N.; Bechtsis, D.; Srari, J. S. (2019). Kirks, T. et al. (2019). Büyüközkan, G.; Göçer, F. (2018). Bechtsis, D. et al. (2018). Klumpp, M. (2018). Wen, J.; He, L.; Zhu, F. (2018). Molter, B.; Fottner, J. (2018). Peter, O.; Mbohwa, C. (2018). Druhl, C.; Carrillo, J.; Hsuan, J. (2018). Fawcett, S. et al. (2018). Alias, C. et al. (2018). Zhang, X.; Ming, X.; Chen, Z. (2018). Jin, T.; Kang, C.; Chen, H. (2018). Urru, A.; Bonini, M.; Echelmeyer, W. (2017). Moskowitz, I. (2017). Sharma, N.; Chauhan, N.; Chand, N. (2016). Icarte Ahumada, G. A. (2016). Feibert, D. C.; Jacobsen, P. (2015). Broyan Jr., J. L.; Ewert, M. K.; Fink, P. W. (2014). Teucke, M.; Scholz-Reiter, B. (2014). Xing, B. (2014). Guo, Y.; Li, Y.; Zhang, Y. (2014). Huang, L. J. (2014). Lewandowski, M. et al. (2013). Schuh, G.; Deindl, M. (2013). Mo, J. P. T.; Lorchirachoonkul, W. (2012). Dolgui, A.; Proth, J.-M. (2012). Lim, M. K.; Winsper, M. (2012). Uckelmann, D. et al. (2011).</p>
<p><i>("Simulation")</i></p>	<p>Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Dolgui, A. et al. (2020). Hasan, M. M. et al. (2020). Luthra, S. et al. (2020). Dev, N. K.; Shankar, R.; Qaiser, F. H. (2020). Wan, X.; Qie, X. (2020). Lezoche, M. et al. (2020). Wang, L. et al. (2020). Connor, N. O.; Lowry, P. B.; Treiblmaier, H. (2020). Chen, S. et al. (2020). Saberi, S. et al. (2019). Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B. (2019). Dolgui, A. et al. (2019). Choi, T.-M. et al. (2019). Ardito, L. et al. (2019). Casado-Vara, R. et al. (2019). Chen, W. et al. (2019). Baryannis, G. et al. (2019). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Da Silva, V. L.; Kovaleski, J. L.; Pagani, R. N. (2019). Dallasega, P.; Rauch, E.; Linder, C. (2018). Zhang, Y. et al. (2018). Büyüközkan, G.; Göçer, F. (2018). Wu, I. L.; Chiu, M.-L. (2018). Bechtsis, D. et al. (2018). Barata, J.; Rupino, C. P.; Stal, J. (2018). Sylim, P. et al. (2018). Lin, C.-C.; Yang, J.-W. (2018). Klumpp, M. (2018). Vazquez-Martinez, G. A. et al. (2018). Li, Y. et al. (2017). Brenner, B.; Hummel, V. (2017). Alves, C. M. et al. (2017). La Scalia, G. et al. (2017). Salam, M. A. (2017). Ghaffariyan, M. R. et al. (2017). Scuto, V. et al. (2017). Thöni, A.; Tjoa, A. M. (2017). Suma, S. et al. (2017). García-Alcaraz, J. L. et al. (2017). Zhang, Y. et al. (2016). Yan, M.-R.; Chien, K.-M.; Yang, T.-N. (2016). Goldsby, T. J.; Zinn, W. (2016). Maslarić, M.; Nikoličić, S.; Mirčetić, D. (2016). Ribeiro, I. et al. (2016). Rakyta, M. et al. (2016). Bargshady, G. et al. (2016). La Scalia, G. et al. (2016). Lomotko, D. V.; Alyoshinsky, E. S.; Zambrybor, G. G. (2016). Xiao, Y. et al. (2016). Özdamar, L.; Ertem, M. A. (2015). Fan, T. et al. (2015). Zhang, S. et al. (2015). Qu, Q. et al. (2015). Hovanec, M. et al. (2015). Zhang, H. P. (2015). Sarac, A.; Absi, N.; Dazére-Pérés, S. (2015). Feibert, D. C.; Jacobsen, P. (2015). La Scalia, G. et al. (2015). Zhao, C. et al. (2015). Holmström, J.; Partanen, J. (2014). Lee, V.-H. et al. (2014). Eising, J. W.; Van Onna, T.; Alkemade, F. (2014). Sukumara, S. et al. (2014). Dimakopoulou, A. G.; Pramatar, K. C.; Tsekrekos, A. E. (2014). Musa, A. et al. (2014). Lin, H.-F. (2014). Zhong, R. Y.; Huang, G. Q. (2014). Liu, L.; Daniels, H.; Hofman, W. (2014). Kucharavy, D.; Schenk, E.; De Guio, R. (2014). Marvin, W. A.; Schmidt, L. D.; Daoutidis, P. (2013). Kim, M.; Suresh, N. C.; Kocabasoglu H. C. (2013). Zhang, Q. et al. (2013). Ginting, R. U.; Dillak, R. Y. (2013). Laosirihongthong, T.; Punnakitikashem, P.; Adebajo, D. (2013). Yee, J. T.; Oh, S.-C. (2013). Li, Z. et al. (2013). Zhou, J. M.; Cai, L. (2013). Michaelides, Z.; Forster, R. (2013). Schapranow, M.-P.; Plattner, H. (2013). Cegielski, C. G. et al. (2012).</p>

	Demiralp, G.; Guven, G.; Ergen, E. (2012). Kadadevaramath, R. S. et al. (2012). Azevedo, S. G.; Carvalho, H. (2012). Büyüközkan, G.; Arsenyan, J.; Ruan, D. (2012). Tsai, W.-C.; Tang, L. L. (2012). Kowalski, M. et al. (2012). Richter, A. et al. (2012). Aliei, M.; Sazvar, A.; Ashrafi, B. (2012). Sidola, A.; Kumar, P.; Kumar, D. (2012).
<i>("Additive manufacturing" OR "Print 3D")</i>	Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Wong, L. W. et al. (2020). Dev, N. K.; Shankar, R.; Qaiser, F. H. (2020). Strong, D. et al. (2020). Sheel, A.; Nath, V. (2020). Ghadge, A. et al. (2020). Elfirdoussi, S. et al. (2020). Munsamy, M.; Telukdarie, A.; Dhamija, P. (2020). Stanley-Lockman, Z. (2020). Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B. (2019). Kamble, S.; Gunasekaran, A.; Arha, H. (2019). Ardito, L. et al. (2019). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Tang, C. S.; Veelenturf, L. P. (2019). Ivanov, D. et al. (2019). Bányai, Á. et al. (2019). Oh, J.; Jeong, B. (2019). Sheel, A.; Nath, V. (2019). Kosmol, T.; Reimann, F.; Kaufmann, L. (2019). Büyüközkan, G.; Göçer, F. (2018). Bechtsis, D. et al. (2018). Chan, H. K. et al. (2018). Holland, M.; Stjepandic, J.; Nigischer, C. (2018). Do Chung, B.; Kim, S. I.; Lee, J. S. (2018). Glistau, E.; Machado, N. I. C. (2018). H. Khajavi, S.; Holmström, J.; Partanen, J. (2018). Massimino, B.; Gray, J. V.; Lan, Y. (2018). Rimmer, P. J.; Kam, B. H. (2018). Peter, O.; Mbohwa, C. (2018). Li, Y. et al. (2017). Oettmeier, K.; Hofmann, E. (2017). Strandhagen, J. W. et al. (2017). Huang, Y.-S.; Lin, S.-H.; Fang, C.-C. (2017). Kubáč, L.; Kodym, O. (2017). Siddivò, M. (2017). Chan, H. K. et al. (2017). Guo, X.; Li, W. (2017). Oettmeier, K.; Hofmann, E. (2016). Holmström, J.; Partanen, J. (2014).
<i>("Systems Integration")</i>	Dehgani, R.; Jafari Navimipour, N. (2019). Yenyurt, S. et al. (2019). Martinho, J. L.; Gomes, C. F.; Yasin, M. M. (2019). Ozdogru, U. (2019). Melacini, M. et al. (2019). Liu, H.; Pretorius, L.; Jiang, D. (2019). Oláh, J. et al. (2018). Coronado Mondragon, A. E.; Coronado Mondragon, C. E. (2018). Rimmer, P. J.; Kam, B. H. (2018). Dalmarco, G.; Barros, A. C. (2018). Oguz, A. et al. (2018). Hanif, M. I.; Hamid, A. B. A.; Gangouei, F. A. (2018). Kavka, L.; Kodym, O.; Cempírek, V. (2018). Hofmann, E.; Rüsçh, M. (2017). Han, J. H.; Wang, Y.; Naim, M. (2017). Singhry, H. B.; Abd Rahman, A.; Imm, N. S. (2016). Fukui, T. (2016). Chingono, T.; Mbohwa, C. (2016). Singhry, H. B.; Rahman, A. A.; Imm, N. S. (2016a). Singhry, H. B.; Rahman, A. A.; Imm, N. S. (2016b). Gong, M. et al. (2015). Aksyonov, K. et al. (2015). Onunka, C.; Nnadozie, R. C. (2015). Lin, H.-F. (2014). Nikabadi, M. S. (2014). Tang, S. H. et al. (2014). Ye, F.; Wang, Z. (2013). Woehner, H.; Darkow, I.-L.; Kaiser, G. (2013). Wang, Y.; Naim, M.; Evans, L. (2013). Van Wyk, H.; Von Leipzig, K. H. (2013). Richey, R. G.; Adams, F. G.; Dalela, V. (2012). Mo, J. P. T.; Lorchirachoonkul, W. (2012). Li, D. et al. (2012). Bullinger, H.; Doetsch, C.; Bretschneider, P. (2012). Qiao, B. et al. (2012). Ji, S.; Wang, K.; Wu, W. (2012). Hu, Q. et al. (2011). Valkokari, K.; Kansola, M.; Valjakka, T. (2011). Armayor, D. P.; Batista, J. A. D.; Gómez, J. M. (2011). Günthner, W. A.; Wöflle, M.; Fischer, R. (2011). Wang, S. (2011). Shah, A. J.; Corrigan, K. (2011). Jitpaiboon, T.; Sharma, S. (2011). Feng, F.; Hou, S.; Xu, Q. (2011).
<i>("Cloud computing")</i>	Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Wong, L.-W. et al. (2020). Hahn, G. J. (2020). Liu, C.; Park, E.-M.; Jiang, F. (2020). Dev, N. K.; Shankar, R.; Qaiser, F. H. (2020). Pal, A.; Kant, K. (2020). Constante-Nicolalde, F.-V.; Pérez-Medina, J.-L.; Guerra-Terán, P. (2020). Wan, X.; Qie, X. (2020). Lioutas, E. D.; Charatsari, C. (2020). Lezoche, M. et al. (2020). Saberi, S. et al. (2019). Ardito, L. et al. (2019). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Cole, R.; Stevenson, M.; Aitken, J. (2019). Ghadimi, P. et al. (2019). Giusti, R. et al. (2019). Singh, R. K.; Kumar, P.; Chand, M. (2019). Yang, A. et al. (2019). Zeraati, H. et al. (2019). Pal, A.; Kant, K. (2019). Abdel-Basset, M.; Manogaran, G.; Mohamed, M. (2018). Büyüközkan, G.; GÖÇER, F. (2018). Dallasega, P.; Rauch, E.; Linder, C. (2018). Zhang, Y. et al. (2018). Barata, J.; Rupino, C. P.; STAL, J. (2018). Lin, C.-C.; Yang, J.-W. (2018). Bag, S. et al. (2018). Imran, M.; UL Hameed, W.; Ul Haque, A. (2018). Vazquez-Martinez, G. A. et al. (2018). Liu, J. et al. (2018). Kache, F.; Seuring, S. (2017). Barreto, L.; Amaral, A.; Pereira, T. (2017). Gunasekaran, A.; Subramanian, N.; Papadopoulos, T. (2017). Vanpoucke, E.; Vereecke, A.; Muylle, S. (2017). Han, J. H.; Wang, Y.; Naim,

	<p>M. (2017). Strandhagen, J. O. et al. (2017). Strandhagen, J. W. et al. (2017). Suma, S. et al. (2017). Trappey, A. J. C. et al. (2017). Mola, L. et al. (2017). Qu, T. et al. (2016). Apte, S.; Petrovsky, N. (2016). Zhang, Y. et al. (2016). Liu, Z.; Prajogo, D.; Oke, A. (2016). Öberg, C.; Graham, G. (2016). Asare, A. K.; Brashear-Alejandro, T. G.; Kang, J. (2016). Kang, Y.-S.; Park, I.-H.; Youm, S. (2016). Xiao, Y. et al. (2016). Tsai, J.-M.; Hung, S.-W. (2016). Khan, S. A. R.; Qianli, D.; Zhang, Y. (2016). Z. Gnimpieba, D. R. et al. (2015). Oliveira, R. R. et al. (2015). Tachizawa, E. M.; Alvarez-Gil, M. J.; Montes-Sancho, M. J. (2015). Singh, A. et al. (2015). Jung, J. U.; Kim, H. S. (2015). Niine, T.; Koppel, O. (2015). Weng, W.-H.; Lin, W.-T. (2015). Lin, H.-F. (2014). Qu, T. et al. (2014). Chandra, A. A.; Lee, S. R. (2014). Cai, T. (2014). Zhang, W. Y. et al. (2014). Shen, Y. Y.; Qian, Y. (2014). Tarofder, A. K. et al. (2013).</p>
<p><i>("Internet of Things" OR "IoT")</i></p>	<p>Ben-Daya; Hassini; Bahroun, (2019); Behnke, K.; Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Wong, L. W. et al. (2020). Hahn, G. J. (2020). Di Vaio, A.; Varriale, L. (2020). Liu, C.; Park, E.-M.; Jiang, F. (2020). Gawankar, S. A.; Gunasekaran, A.; Kamble, S. (2020). Evtodjeva, T. E. et al. (2020). Bai, C.; Sarkis, J. (2020). Sun, J.; Yamamoto, H.; Matsui, M. (2020). Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B. (2019). Wang, Y.; Han, J. H.; Beynon-Davies, P. (2019). Kamble, S.; Gunasekaran, A.; Arha, H. (2019). Ardito, L. et al. (2019). Casado-Vara, R. et al. (2019). Manavalan, E.; Jayakrishna, K. (2019). Da Silva, V. L.; Kovaleski, J. L.; Pagani, R. N. (2019). Liu, S. et al. (2019). Tijan, E. et al. (2019). Kamilaris, A.; Fonts, A.; Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). Abdel-Basset, M.; Manogaran, G.; Mohamed, M. (2018). Luthra, S.; Mangla, S. K. (2018). Büyüközkan, G.; Göçer, F. (2018). Leng, K. et al. (2018). Zhang, Y. et al. (2018). Lee, C. K. M. et al. (2018). Bányai, T. (2018). Bienhaus, F.; Haddud, A. (2018). Bechtsis, D. et al. (2018). Lin, C.-C.; Yang, J.-W. (2018). Hofmann, E.; Rüsçh, M. (2017). Kache, F.; Seuring, S. (2017). Barreto, L.; Amaral, A.; Pereira, T. (2017). Witkowski, K. (2017). Tjahjono, B. et al. (2017). Majeed, M. A. A.; Rupasinghe, T. D. (2017). Strandhagen, J. O. et al. (2017). Strandhagen, J. W. et al. (2017). Scuto, V. et al. (2017). De Vries, G. J.; Ferrarini, B. (2017). Qu, T. et al. (2016). Wu, L. et al. (2016). Kumar, M. et al. (2016). Zhang, Y. et al. (2016). Maslarić, M.; Nikolić, S.; Mirčetić, D. (2016). Jayaram, A. (2016). Öberg, C.; Graham, G. (2016). Papert, M.; Rimpler, P.; Pflaum, A. (2016). Kang, Y.-S.; Park, I.-H.; Youm, S. (2016). Yuvaraj, S.; Sangeetha, M. (2016). Fan, T. et al. (2015). Z. Gnimpieba, D. R. et al. (2015). Oliveira, R. R. et al. (2015). McIntyre, K.; Ortiz, J. A. (2015). Kim, J.-S.; Lee, H.-J.; Oh, R.-D. (2015). Pramaturi, K. (2015). Liang, Y. (2015). Westerlund, M. et al. (2015). Jung, J. U.; Kim, H. S. (2015). Yu, Y.-W.; Jung, H.; Bae, H. (2015). Pero, M.; Rossi, T. (2014). Chuu, S.-J. (2014). Musa, A. et al. (2014). Choy, K. L. et al. (2014). Zhong, R. Y.; Huang, G. Q. (2014). Qu, T. et al. (2014). Chandra, A. A.; Lee, S. R. (2014). Liu, Z. Z.; Gong, H. Y. (2014). Lin, H. D.; Gao, G. J. (2014). Wryczka, P.; Hille, A.; Anderseck, B. (2014). Li, L. (2013). Zhang, Q. et al. (2013).</p>
<p><i>(Blockchain)</i></p>	<p>Behnke, K.; Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Tönnissen, S.; Teuteberg, F. (2020). Winkelhaus, S.; Grosse, E. H. (2020). Dolgui, A. et al. (2020). Wong, L.-W. et al. (2020). Hahn, G. J. (2020). Di Vaio, A.; Varriale, L. (2020). Roeck, D.; Sternberg, H.; Hofmann, E. (2020). Evtodjeva, T. E. et al. (2020). Bai, C.; Sarkis, J. (2020). Saberi, S. et al. (2019). Ivanov, D.; Dolgui, A.; Sokolov, B. (2019). Wang, Y.; Han, J. H.; Beynon-Davies, P. (2019). Kamble, S.; Gunasekaran, A.; Arha, H. (2019). Wang, Y. et al. (2019). Choi, T.-M. et al. (2019). Min, H. (2019). Casado-Vara, R. et al. (2019). Baryannis, G. et al. (2019). Choi, T.-M. (2019). Büyüközkan, G.; Göçer, F. (2018). Leng, K. et al. (2018). Sylim, P. et al. (2018). Mondragon, A. E. C.; Mondragon, C. E. C.; Coronado, E. S. (2018). Holland, M.; Stjepandic, J.; Nigischer, C. (2018). Banerjee, A. (2018). Liao, D.-Y.; Wang, X. (2018). Thiruchelvam, V. et al. (2018). Arumugam, S. S. et al. (2018). Su, S.; Wang, K.; Kim, H. S. (2018). Nakasumi, M. (2017). Álvarez-Díaz, N.; Herrera-Joancomarti, J.; Caballero-Gil, P. (2017). Witthaut, M. et al. (2017). Yu, L. et al. (2017). Marinello, F. et al. (2017). Supranee, S.; Rotchanakitumnuai, S. (2017). Plant, L. (2017). Tian, F. (2016).</p>

APÊNDICE 3 – SURVEY (ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS)

Nesta secção estão apresentadas as perguntas do *survey* utilizado como base no estudo de múltiplos casos para validação das informações encontradas na literatura e verificação de quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas na prática.

IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA RESILIÊNCIA E RESPONSABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Este questionário é parte integrante do desenvolvimento de uma pesquisa que visa identificar os impactos das novas tecnologias da indústria 4.0 na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos digitais (CSD). O questionário em questão visa validar as informações encontradas na literatura, referente a importância do uso de novas tecnologias na CSD, os fatores existentes que as tornam resiliente e responsiva e quais tecnologias são utilizadas nas organizações.

As informações apresentadas neste formulário não serão divulgadas em nenhuma circunstância.

PESQUISA: IMPACTO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA RESILIÊNCIA E RESPONSABILIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAL

Danilo Inácio
Orientador: Prof. Dr. Robson Seleme.
Universidade Federal do Paraná - UFPR
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção

1. Nome completo do participante

2. Qual o nome da empresa em que trabalha e o segmento de atuação da mesma?

3. Qual a sua função? e qual a sua especialidade na área de atuação?

Descreva de forma sucinta sua função, a quanto tempo trabalha nesta empresa, se a sua área de atuação está relacionada à cadeias de suprimentos e sua experiência nessa área e a quanto tempo no total atua nessa área.

4. Quais tecnologias digitais são conhecidas pelo especialista e quais são utilizadas atualmente na empresa em que trabalha?

Marque todas que se aplicam.

	Quais tecnologias o especialista conhece?	Quais tecnologias são utilizadas na empresa?
Ciber segurança;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realidade aumentada;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Big data;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Robôs e sistemas autônomos;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulações;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manufatura aditiva;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integração de sistemas;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computação em nuvem;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Internet das coisas;	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blockchain.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Impacto das novas tecnologias na resiliência e responsividade da cadeia de suprimentos digitais

Esta seção visa validar as informações encontradas na literatura verificando a opinião dos especialistas em relação a importância da utilização das tecnologias digitais na resiliência e responsividade das CSD.

Impacto das novas tecnologias na RESILIÊNCIA da CSD

Com o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, o processo logístico tem se tornado cada vez mais autônomo, utilizando sistemas com inteligência artificial para a tomada de decisões de forma descentralizada e comunicação efetiva entre as diversas áreas, seja, internas ou externas às organizações. A resiliência da cadeia de suprimentos é a habilidade de um sistema retornar a seu estado original, ou a um estado desejado melhor do que o anterior, após sofrer alguma ruptura.

5. A utilização das tecnologias digitais relacionadas abaixo é importante para aumentar a RESILIÊNCIA da cadeia de suprimentos digitais?

Marque todas que se aplicam.

	1 - Discordo Totalmente	2 - Discordo	3 - Indeciso	4 - Concordo	5 - Concordo Totalmente
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

6. Tem algum comentário para fazer em relação à importância da utilização das novas tecnologias na resiliência da cadeia de suprimentos digitais? Se faz necessário incluir ou remover uma nova tecnologia digital para melhorar resiliência da CSD?

Impacto das novas tecnologias na RESPONSABILIDADE da CSD

Com o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, o processo logístico tem se tornado cada vez mais autônomo, utilizando sistemas com inteligência artificial para a tomada de decisões de forma descentralizada e comunicação efetiva entre as diversas áreas, seja, internas ou externas às organizações. A responsividade da cadeia de suprimentos indica a capacidade da organização satisfazer as necessidades dos clientes.

7. A utilização das tecnologias digitais relacionadas abaixo é importante para aumentar a RESPONSABILIDADE da cadeia de suprimentos digitais?

Marque todas que se aplicam.

	1 - Discordo Totalmente	2 - Discordo	3 - Indeciso	4 - Concordo	5 - Concordo Totalmente
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Big data	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Blockchain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Tem algum comentário para fazer em relação à importância da utilização das novas tecnologias na responsividade da cadeia de suprimentos digitais? Se faz necessário incluir ou remover uma nova tecnologia digital para melhorar responsividade da CSD?

Fatores que tornam a CSD resiliente e responsiva

Esta seção visa validar as informações encontradas na literatura verificando a opinião dos especialistas em relação aos fatores relacionados as cadeias de suprimentos resilientes e responsivas.

Cadeias de suprimentos digitais RESILIENTES

De acordo com as definições encontradas na literatura, foi possível identificar fatores que tornam as cadeias de suprimentos digitais resilientes, dentre elas estão: Adaptabilidade; Agilidade; Conectividade; Robustez; Redundância; Recuperabilidade; Reconfigurabilidade. Esses fatores foram constatados em artigos encontrados na pesquisa realizada utilizando os termos ((“Digital” OR “Technol*” OR “4.0” OR “Smart” OR “Intelligence”) AND (“Supply Chain” OR “Logistic”)).

9. Os fatores abaixo estão relacionados positivamente à "RESILÊNCIA" da cadeia de suprimentos digitais?

Marque todas que se aplicam.

	1 - Discordo Totalmente	2 - Discordo	3 - Indeciso	4 - Concordo	5 - Concordo Totalmente
Adaptabilidade	<input type="checkbox"/>				
Agilidade	<input type="checkbox"/>				
Conectividade	<input type="checkbox"/>				
Robustez	<input type="checkbox"/>				
Redundância	<input type="checkbox"/>				
Recuperabilidade	<input type="checkbox"/>				
Reconfigurabilidade	<input type="checkbox"/>				

10. Em relação aos fatores encontrados na literatura que influenciam na resiliência da cadeia de suprimentos digitais, descreva comentários pertinentes ao assunto em questão. Descreva se considera necessário incluir ou remover algum fator relacionado nesta Seção? Se sim, qual?

Cadeias de suprimentos digitais RESPONSIVA

De acordo com as definições encontradas na literatura, foi possível identificar características relacionadas as cadeias de suprimentos digitais responsivas, dentre elas estão: Capacidade de resposta; Dinamismo; Inovação; Integração; Tecnológico; Velocidade; Visibilidade. Esses fatores foram constatados em artigos encontrados na pesquisa realizada utilizando os termos (("Digital" OR "Technol*" OR "4.0" OR "Smart" OR "Intelligence") AND ("Supply Chain" OR "Logistic")).

11. Os fatores abaixo estão relacionados positivamente à "RESPONSIVIDADE" da cadeia de suprimentos digitais?

Marque todas que se aplicam.

	1 - Discordo Totalmente	2 - Discordo	3 - Indeciso	4 - Concordo	5 - Concordo Totalmente
Capacidade de resposta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dinamismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inovação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tecnológico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Velocidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visibilidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Em relação aos fatores encontrados na literatura que influenciam na responsividade da cadeia de suprimentos digitais, descreva comentários pertinentes ao assunto em questão. Descreva se considera necessário incluir ou remover algum fator relacionado nesta Seção? Se sim, qual?

Utilização das tecnologias digitais na cadeia de suprimentos da empresa participante

Nesta seção o objetivo é identificar quais tecnologias digitais estão sendo utilizadas na empresa em questão, visando validar as informações encontradas na literatura. Verificar onde essas tecnologias digitais estão sendo aplicadas, em quais processos e para quais finalidades. E por fim, verificar se houve melhora no processo, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO AO GERENCIAMENTO DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE

13. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Capacidade de resposta rápida às necessidades dos clientes.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

14. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Envio de informações em tempo real.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

15. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Obtenção e análise da informação do cliente com colaboração de tecnologias.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

16. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Integração ao sistema do cliente.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

17. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Prospecção de novos clientes.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

18. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de Relacionamento com o Cliente.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Capacidade de atender diferentes demandas e necessidades.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

19. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de gerenciamento de Relacionamento com o Cliente, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

20. Informar se houve melhora no processo de gerenciamento de Relacionamento com o Cliente, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

21. PROCESSO DA CS: Desenvolvimento de produto. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Capacidade de analisar a viabilidade de um novo produto/serviço.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

22. PROCESSO DA CS: Desenvolvimento de produto. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Identificação de melhoria no produto/serviço existente.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

23. PROCESSO DA CS: Desenvolvimento de produto. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Compartilhamento de novos projetos pela Cadeia.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

24. PROCESSO DA CS: Desenvolvimento de produto. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Capacidade de entendimento de mercado.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

25. PROCESSO DA CS: Desenvolvimento de produto. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Reconfigurar e adaptar os processos para atender as necessidades dos clientes.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

26. PROCESSO DA CS: Desenvolvimento de produto. ASPECTOS DE ANÁLISE: Agilidade no desenvolvimento de novo serviço.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

27. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de desenvolvimento de produto, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

28. Informar se houve melhora no processo de desenvolvimento de produto, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO AO GERENCIAMENTO DE DEMANDA

29. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de demanda. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Capacidade de resposta e conhecimento sobre variabilidade do mercado.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

30. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de demanda. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Análise de recursos necessário para atender a demanda prevista.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

31. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de demanda. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Reorganização dos processos para atender diferentes necessidades.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

32. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de demanda. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Retorno ao cliente de forma ágil e assertiva.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

33. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de demanda. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Customização dos serviços de acordo com a demanda do cliente.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

34. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de demanda. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Capacidade de simular tendências diferentes cenários e propor soluções.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

35. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de gerenciamento de demanda, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

36. Informar se houve melhora no processo de gerenciamento de demanda, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO AO GERENCIAMENTO DE ORDEM DE DISTRIBUIÇÃO

37. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de ordem de distribuição. ASPECTOS DE ANÁLISE: Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

38. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de ordem de distribuição. ASPECTOS DE ANÁLISE: Roteirização.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

39. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de ordem de distribuição. ASPECTOS DE ANÁLISE: Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

40. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de ordem de distribuição. ASPECTOS DE ANÁLISE: Automatização de entrada e saída de pedidos.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

41. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de ordem de distribuição. ASPECTOS DE ANÁLISE: Previsão e planejamento dos prazos de entrega.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

42. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de ordem de distribuição. ASPECTOS DE ANÁLISE: Uso de sensores em ativos em geral.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

43. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de gerenciamento de ordem de distribuição, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

44. Informar se houve melhora no processo de gerenciamento de ordem de distribuição, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO AO GERENCIAMENTO DE MOVIMENTO E CAPACIDADE

45. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de movimento e capacidade. ASPECTOS DE ANÁLISE: Capacidade de gerenciar os ativos.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

46. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de movimento e capacidade. ASPECTOS DE ANÁLISE: Automação das movimentações.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

47. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de movimento e capacidade. ASPECTOS DE ANÁLISE: Uso de sensores no controle e processos de armazenagem.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

48. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de movimento e capacidade. ASPECTOS DE ANÁLISE: Adaptabilidade em alterar as atividades do operador (mão de obra ágil e dinâmica).

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

49. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de movimento e capacidade. ASPECTOS DE ANÁLISE: Capacidade de resposta rápida para alteração de layouts.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

50. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de gerenciamento de movimento e capacidade, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

51. Informar se houve melhora no processo de gerenciamento de movimento e capacidade, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO AO GERENCIAMENTO DE FLUXO FINANCEIRO

52. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de fluxo financeiro. ASPECTOS DE ANÁLISE:
Transações financeiras (cobranças, faturamento e liquidação de contas).

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

53. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de fluxo financeiro. ASPECTOS DE ANÁLISE: Compartilhamento colaborativo de dados financeiros.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

54. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de fluxo financeiro. ASPECTOS DE ANÁLISE: Análises de riscos do mercado financeiro.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

55. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de fluxo financeiro. ASPECTOS DE ANÁLISE: Acesso às informações.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

56. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de gerenciamento de fluxo financeiro, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

57. Informar se houve melhora no processo de gerenciamento de fluxo financeiro, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO AO GERENCIAMENTO DE RELACIONAMENTO
COM FORNECEDORES

58. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de relacionamento com fornecedores.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Compartilhamento de informações de questões operacionais e estratégicas.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

59. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de relacionamento com fornecedores.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Integração ao sistema do fornecedor.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

60. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de relacionamento com fornecedores.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Seleção de fornecedores.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

61. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de relacionamento com fornecedores.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Adaptar e customizar as solicitações de mudança.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

62. PROCESSO DA CS: Gerenciamento de relacionamento com fornecedores.
ASPECTOS DE ANÁLISE: Gestão de riscos.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

63. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de gerenciamento de relacionamento com fornecedores, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

64. Informar se houve melhora no processo de gerenciamento de relacionamento com fornecedores, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

PROCESSO DA CS RELACIONADO A DEVOLUÇÃO E FIM DA VIDA

65. PROCESSO DA CS: Devolução e Fim da Vida. ASPECTOS DE ANÁLISE: Garantir que o ciclo de vida ocorra de acordo com a análise de demanda planejada.

Marque todas que se aplicam.

	Utiliza	Projeto Futuro	Projeto em andamento	Descartado	Não utiliza
Ciber segurança	<input type="checkbox"/>				
Realidade aumentada	<input type="checkbox"/>				
Big data	<input type="checkbox"/>				
Robôs autônomos	<input type="checkbox"/>				
Simulações	<input type="checkbox"/>				
Manufatura aditiva	<input type="checkbox"/>				
Integração de sistemas	<input type="checkbox"/>				
Computação em nuvem	<input type="checkbox"/>				
Internet das coisas	<input type="checkbox"/>				
Blockchain	<input type="checkbox"/>				

66. Caso exista outro aspecto relacionado ao processo de devolução e fim da vida, não destacado anteriormente, informar onde e quais tecnologias digitais estão sendo aplicadas e para quais finalidades.

67. Informar se houve melhora no processo de devolução e fim da vida, de que forma as organizações identificam os ganhos e se há indicadores que comprovem.

SUA PARTICIPAÇÃO FOI DE MUITA RELEVÂNCIA PARA O PROJETO QUE ESTÁ EM DESENVOLVIMENTO. OBRIGADO POR DISPONIBILIZAR SEU TEMPO! AGRADECIDO!
