

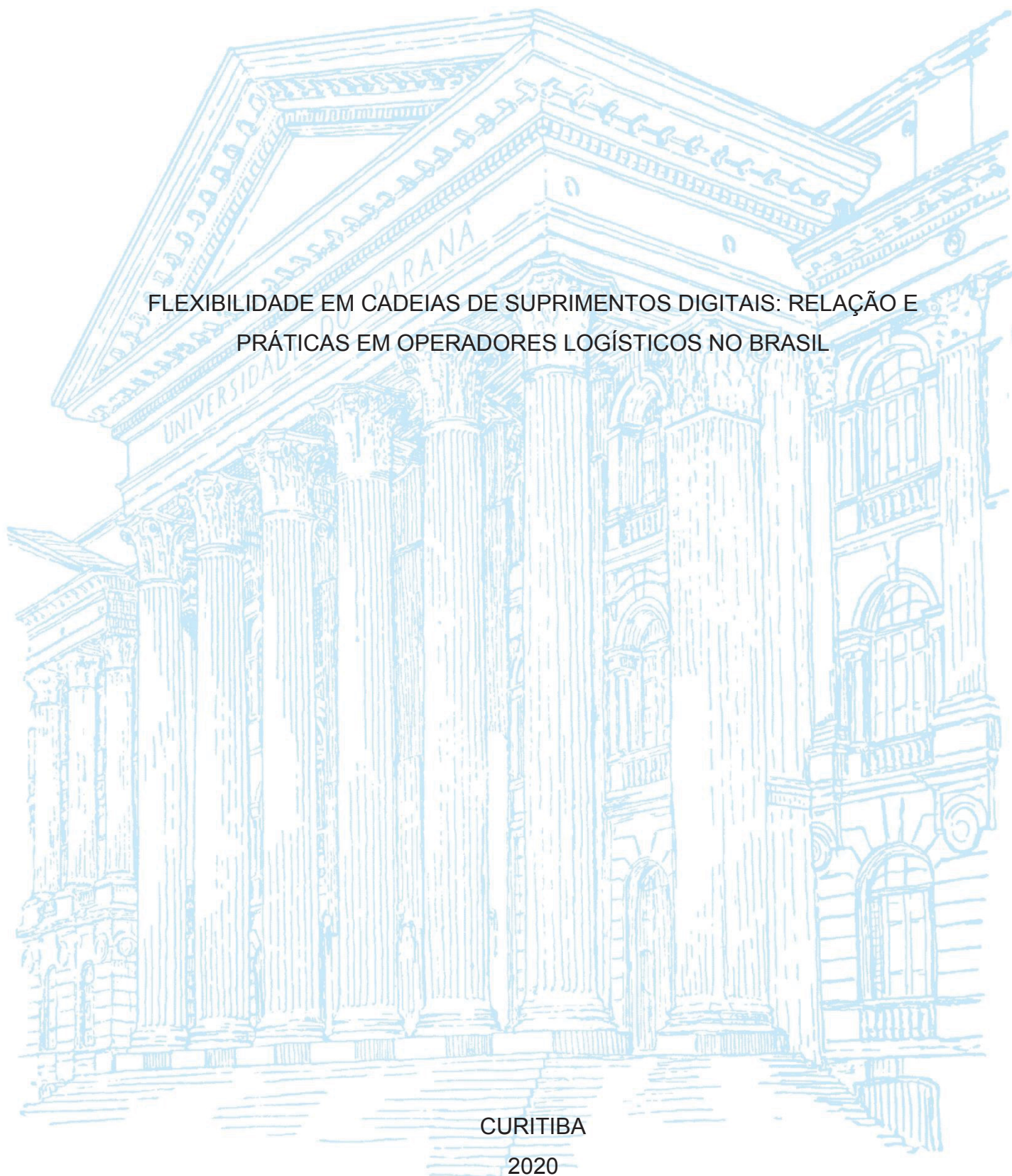
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÉSSICA BRUNA PERUSSI

FLEXIBILIDADE EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS: RELAÇÃO E
PRÁTICAS EM OPERADORES LOGÍSTICOS NO BRASIL

CURITIBA

2020



JÉSSICA BRUNA PERUSSI

FLEXIBILIDADE EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS: RELAÇÃO E
PRÁTICAS EM OPERADORES LOGÍSTICOS NO BRASIL

Dissertação apresentada ao curso 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

Coorientador(a): Prof(a). Dr(a). Silvana Pereira Detro

CURITIBA

2020

P471f

Perussi, Jéssica Bruna

Flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais: relação e práticas em operadores logísticos no Brasil [recurso eletrônico] / Jéssica Bruna Perussi. – Curitiba, 2020.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2020.

Orientador: Robson Seleme.

Coorientadora: Silvana Pereira Detro.

1. Logística. 2. Big data. 3. Internet das coisas. I. Universidade Federal do Paraná. II. Seleme, Robson. III. Detro, Silvana Pereira. IV. Título.

CDD: 355.411



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO - 40001016070P1

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 **JÉSSICA BRUNA PERUSSI** intitulada: **FLEXIBILIDADE EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS: RELAÇÃO E PRÁTICAS EM OPERADORES LOGÍSTICOS NO BRASIL**, sob orientação do Prof. Dr. ROBSON SELEME, que após terem inquirido a aluna 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 Fevereiro de 2020.

ROBSON SELEME

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

FABIANO OSCAR DROZDA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

FERNANDO DESCHAMPS

Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ)

IZABEL CRISTINA ZATTAR

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

RESUMO

A digitalização das cadeias de suprimentos tem se tornado cada vez mais importante em organizações que buscam melhorar sua eficiência e produtividade. Aliado ao uso de novas tecnologias, a flexibilidade continua ganhando, cada vez mais espaço devido às constantes mudanças de mercado, gerando incertezas e, conseqüentemente, resultando no aumento das demandas e personalização dos produtos e serviços para atender diferentes necessidades. Com base nestas mudanças, a pesquisa em questão tem como principal objetivo identificar as práticas da flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais de operações logísticas no Brasil, apresentando a relação e importância entre a flexibilidade e a Cadeia de Suprimentos Digital (CSD), estabelecendo as principais práticas de flexibilidade e o uso de ferramentas digitais nas mesmas. Os métodos adotados para atingirem os objetivos consistiram na realização da revisão sistemática da literatura, definindo os principais conceitos e informações dos temas abordados nesta pesquisa, que permitiu a definição das principais características e, o estudo multicaso foi utilizado por meio da aplicação de entrevistas semiestruturadas e análise de conteúdo com empresas de operações logísticas no Brasil. Como resultados a pesquisa apresenta a relação entre as práticas de flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais e as ferramentas digitais. Destacam-se entre os achados a relação entre as práticas e as ferramentas digitais, com destaque para as ferramentas de *big data*, IoT, *cloud* e simulação.

Palavras-chave: Flexibilidade. Cadeias de suprimentos digitais. Cadeias de suprimentos flexíveis. Cadeias de suprimentos digitais flexíveis. Operadores logísticos.

ABSTRACT

The digitization of supply chains has become increasingly important in organizations looking to improve their efficiency and productivity. Combined with the use of new technologies, flexibility continues to gain more space due to constant market changes, generating uncertainties and, consequently, resulting in increased demands and customization of products and services to meet different needs. Based on these changes, the research in question has as main objective to identify the practices of flexibility in digital supply chains for logistics operations in Brazil, presenting the relationship and importance between flexibility and the Digital Supply Chain (DSC), establishing the main flexibility practices and the use of digital tools in them. The methods adopted to achieve the objectives consisted of conducting a systematic review of the literature, defining the main concepts and information of the topics covered in this research, which allowed the definition of the main characteristics and, the multi-case study was used through the application of semi-structured interviews and content analysis with logistics operations companies in Brazil. As a result, the research presents the relationship between flexibility practices in digital supply chains and digital tools. Among the findings, the relationship between practices and digital tools stands out, with emphasis on big data, IoT, cloud and simulation tools.

Keywords: Flexibility. Digital supply chain. Flexible supply chain. Flexible digital supply chain. Third-party logistics.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	22
FIGURA 2 – DIMENSÕES DA FLEXIBILIDADE DE ACORDO COM OS NÍVEIS DE HIERARQUIA.....	31
FIGURA 3 – MODELO CONCEITUAL ENTRE CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS E RISCOS.....	35
FIGURA 4 – MODELO CONCEITUAL DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS ÁGEIS E SUA RELAÇÃO COM A RENTABILIDADE.....	37
FIGURA 5 – RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS.....	41
FIGURA 6 – MODELO DE CSF	45
FIGURA 7 – MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO E CONTROLE DE CSF	46
FIGURA 8 – MODELO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS	47
FIGURA 9 – DIMENSÕES DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	39
FIGURA 10 – MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	41
FIGURA 11 – MODELO DE INTEGRAÇÃO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	42
FIGURA 12 – MODELO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	45
FIGURA 13 – MODELO DE GESTÃO DE RISCOS EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	46
FIGURA 14 – MODELO DE CADEIA DE SUPRIMENTO DIGITAL – FLEXIBILIDADE COMO UMA DAS COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS.....	47
FIGURA 15 – ATIVIDADES DE OPERADORES LOGÍSTICOS.....	57
FIGURA 16 – ESTRUTURA DA PESQUISA.....	61
FIGURA 17 – MÉTODO DE ESTUDO MULTICASOS	62
FIGURA 18 – ETAPAS DA PESQUISA	63
FIGURA 19 – RELAÇÃO ENTRE OS TEMAS ABORDADOS	65
FIGURA 20 – PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS	69
FIGURA 21 – DIRETRIZES DA ENTREVISTA	70

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – PRINCIPAIS DIMENSÕES DA FLEXIBILIDADE.....	27
QUADRO 2 – PRINCIPAIS DEFINIÇÕES DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS.....	33
QUADRO 3 – DIMENSÕES DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS	38
QUADRO 4 – COMPONENTES DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS ..	40
QUADRO 5 – PRÁTICAS DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS.....	43
QUADRO 6 – PRINCIPAIS DEFINIÇÕES DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	48
QUADRO 7 – CARACTERÍSTICAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS	49
QUADRO 8 – BENEFÍCIOS DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS	37
QUADRO 9 – RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DAS CSD E OS MODELOS IDENTIFICADOS.....	48
QUADRO 10 – FERRAMENTAS APLICADAS À CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	50
QUADRO 11 – DIFERENÇAS ENTRE PRESTADORES DE SERVIÇOS TRADICIONAIS E OL	58
QUADRO 12 – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	66
QUADRO 13 – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS.....	66
QUADRO 14 – PERGUNTAS DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA	72
QUADRO 15 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE DEMANDA	78
QUADRO 16 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	81
QUADRO 17 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO FINANCEIRA	83
QUADRO 18 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE.....	85

QUADRO 19 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE ARMAZENAGEM ..	87
QUADRO 20 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE DISTRIBUIÇÃO	90
QUADRO 21 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE FORNECEDORES	92
QUADRO 22 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA RETORNO E CICLO DE VIDA....	93
QUADRO 23 – DADOS DA ENTREVISTA.....	94
QUADRO 24– CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM USO DAS FERRAMENTAS	95
QUADRO 25 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DA DEMANDA	95
QUADRO 26 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	98
QUADRO 27 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO FINANCEIRA	101
QUADRO 28 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM CLIENTE.....	103
QUADRO 29 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE ARMAZENAGEM	108
QUADRO 30 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE DISTRIBUIÇÃO ..	112
QUADRO 31 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE FORNECEDORES	115
QUADRO 32 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA RETORNO E CICLO DE VIDA.	117

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMBINAÇÃO ENTRE PALAVRAS-CHAVE.....	67
TABELA 2 – REFINAMENTO DA PESQUISA	68
TABELA 3 – RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABOL	- Associação Brasileira de Operadores Logísticos
ANTF	- Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários
CNAE	- Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CPS	- <i>Cyber-physical systems</i>
CS	- Cadeias de Suprimentos
CSD	- Cadeias de Suprimentos Digitais
CSDF	- Cadeias de Suprimentos Digitais Flexíveis
CSF	- Cadeias de Suprimentos Flexíveis
DSC	- <i>Digital Supply Chain</i>
EDI	- <i>Electronic Data Interchange</i>
FIFO	- <i>First in First out</i>
FMS	- <i>Flexible Manufacturing Systems</i>
GCS	- Gestão da Cadeia de Suprimentos
GPS	- <i>Global Positioning System</i>
IoT	- <i>Internet of Things</i>
RFID	- <i>Radio-Frequency Identification</i>
RO	- Registro de ocorrência
RSL	- Revisão Sistemática da Literatura
TI	- Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	19
1.1.1	Objetivo geral	19
1.1.2	Objetivos específicos.....	19
1.2	JUSTIFICATIVA	19
1.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	21
1.4	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	21
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	23
2.1	FLEXIBILIDADE	23
2.1.1	Dimensões da flexibilidade.....	27
2.2	CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS	31
2.2.1	Dimensões e componentes de cadeias de suprimentos flexíveis	37
2.2.2	Modelos de cadeias de suprimentos flexíveis	44
2.3	CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS.....	48
2.3.1	Modelos de cadeias de suprimentos digitais flexíveis	40
2.3.2	Principais ferramentas das CSD	49
2.4	OPERADORES LOGÍSTICOS NO BRASIL	56
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3.1	ESTRUTURA DA PESQUISA	60
3.2	REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	63
3.2.1	Planejar a revisão.....	64
3.2.2	Realizar e documentar a revisão.....	64
3.3	RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	67
3.4	ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA E ANÁLISE DE CONTEÚDO	68
4.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	74
4.1	RESUMO DOS RESULTADOS DA REVISÃO.....	74
4.2	ANÁLISE E RELAÇÃO DAS PRÁTICAS COM AS FERRAMENTAS	76
4.3	RESULTADO DAS ENTREVISTAS MULTICASO	93
4.3.1	Processo de gestão de demanda.....	95
4.3.2	Processo de desenvolvimento de produto.....	98
4.3.3	Processo de gestão financeira	101

4.3.4	Processo de gestão de relacionamento com o cliente	103
4.3.5	Processo de gestão de armazenagem	108
4.3.6	Processo de gestão de distribuição.....	111
4.3.7	Processo de gestão de fornecedores	114
4.3.8	Processo de retorno e ciclo de vida	116
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	120
	REFERÊNCIAS.....	122

1. INTRODUÇÃO

A globalização das organizações aliada ao grande número de pessoas envolvidas ao redor do mundo, e à necessidade em atender as expectativas de clientes resultou na chamada “idade global da complexidade” (BARBOSA-POVOA; PINTO, 2020; GUNASEKARAN; HONG; FUJIMOTO, 2014). Para os autores, o termo é caracterizado pela troca de informações e práticas padrões ao redor do mundo, surgindo ao longo desta rede – que permanece em constante desenvolvimento – diversas complexidades e incertezas.

Visando atender e adequar-se à essa complexidade dos negócios, as organizações têm buscado aumentar sua vantagem competitiva por meio da expansão de suas operações e dinamismo em âmbito global, o que resultou no surgimento das cadeias de suprimento (WU, 2012; DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003). O uso do termo “Cadeia de Suprimentos” (CS) foi proposto no ano de 1982 por Oliver e Webber, com o intuito de definir uma nova forma de gerenciamento logístico (SPIEGLER; NAIM; WIKNER, 2012; LAMBERT; COOPER, 2000; HARLAND, 1996).

Cadeias de suprimentos são definidas como uma ferramenta de estratégia competitiva que integra fornecedores e clientes, melhorando o nível de responsividade e flexibilidade das organizações (GUNASEKARAN, 2004). Em complemento, estas são responsáveis por diversas operações, que incluem desde o recebimento da matéria-prima até a entrega do produto / serviço ao cliente. Conseqüentemente, dado à “idade global da complexidade” citada anteriormente, as cadeias de suprimento proporcionam a integração entre as diversas partes que compõem e impactam diretamente nos negócios e clientes (GUNASEKARAN; NGAI, 2012; CHRISTOPHER; PECK; TOWILL, 2006; GUNASEKARAN; CHUNG, 2004).

Quase 20 anos após o surgimento e popularização do termo e das CS, notou-se a importância da correta gestão das mesmas, com foco voltado à integração entre fornecedores e clientes como estratégia competitiva (KUMAR et al., 2006; GUNASEKARAN, 2004). Conseqüentemente, o gerenciamento da CS proporcionou – e continua proporcionando – 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 (KUMAR et al., 2006).

Gunasekaran e Chung (2004), apontam que o gerenciamento da CS reduz as incertezas de mercado, melhorando o serviço prestado ao cliente e,

consequentemente, aumentando a competitividade, facilitando o controle das CS e dos canais de distribuição. Consequentemente, novas oportunidades vêm surgindo ao longo dos anos, adquiridas desta integração e gestão, resultando em dimensões que são fundamentais e se tornam características das CS, como a entrega, flexibilidade, inovação e desenvolvimento tecnológico (KUMAR et al., 2006).

Dentre estas características apontadas, a flexibilidade possui grande notoriedade, visto a velocidade de resposta que a mesma confere a seus clientes, bem como a redução de riscos e maior resiliência, aumento na capacidade de lidar com incertezas e atendimento de demanda (BODAGHI; JOLAI; RABBANI, 2018; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2019; KUMAR et al., 2006). Por esta razão, ainda de acordo com os autores, a flexibilidade é considerada uma das principais características de qualquer CS. Consequentemente, diversas organizações têm alterado e desenvolvido novas estratégias, técnicas, métodos e tecnologias que visam melhorar a flexibilidade, tendo como base seus objetivos, visto que estes influenciam no nível de flexibilidade a ser alcançado (WU, 2012; KUMAR et al., 2006).

A flexibilidade aplicada à CS surgiu, inicialmente, em empresas de manufatura, cuja área possui diversos estudos e modelos com aplicação, originando os chamados sistemas flexíveis de manufatura – *Flexible Manufacturing Systems* (FMS) -, que conferem eficiência e customização aos sistemas de manufatura (GUPTA; GOYAL, 1989). Desde a década de 90, o aumento no número de pesquisas voltadas à flexibilidade tem aumentado, mostrando a importância que a mesma apresenta em se tratando de atender à demanda de clientes, melhora na responsividade e como capacidade estratégica (STEVENSON; SPRING, 2007).

A flexibilidade trata da forma como as organizações alteram seu planejamento e adaptam suas operações – de forma efetiva – visando atender variações inesperadas ou problemas que surgem ao longo da cadeia de suprimentos e ao meio em que está inserida (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; VICKERY; CALANTONE; DRÖGE, 1999; GUPTA; GOYAL, 1989).

De acordo com Wang et al. (2014) e Gunasekaran et al. (2004), a flexibilidade é um dos principais fatores que impactam direta e positivamente nas capacidades e capacidades logísticas. Esta contribui, significativamente, para o gerenciamento de riscos, criação de cadeias de suprimentos resilientes e capazes de se adaptar às incertezas do mercado (TANG; TOMLIN, 2008). Em complemento, Zhang et al. (2017), apontam que a flexibilidade deve estar presente em todos os níveis

organizacionais – estratégico, tático e operacional -, cada qual adaptado às necessidades de cada nível.

Com cadeias de suprimentos cada vez mais integradas, os avanços da tecnologia contribuem para a comunicação, troca de informações, melhoria de processos, operações, entre outras atividades (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). O uso destas tecnologias resulta em um novo conceito, chamado de “Cadeias de Suprimentos Digitais” (CSD), sendo definido como sistemas inteligentes, capazes 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 (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018a). Como resultado, as CS tornam-se ainda mais eficazes e eficientes, melhorando o tempo de resposta e a flexibilidade das operações e processos.

Aliada às cadeias de suprimentos flexíveis, o desenvolvimento e uso de novas tecnologias é considerada uma das principais alterações observadas nos últimos anos e a forma como a sociedade se adequou, utilizando-a para comunicação e interação com o meio (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; LI; LIU, 2012). Além disso, estas ferramentas contribuem na gestão das CS, desenvolvendo assim, um novo cenário mundial (BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; HOFMANN; RÜSCH, 2017; MOON; YI; NGAI, 2012; SEEBACHER; WINKLER, 2015) (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; HOFMANN; RÜSCH, 2017).

Diante deste novo cenário e a integração, cada vez maior, entre países e operações, esta pesquisa visa identificar a relação entre a flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais de operações logísticas no Brasil e a utilização de ferramentas digitais, estabelecendo características e identificando a aplicabilidade destas nas diversas operações existentes. Desta forma, este estudo tem como pergunta de pesquisa:

1. Qual a relação entre a flexibilidade e o uso de ferramentas digitais nas Cadeias de Suprimentos em operadores logísticos no Brasil?

Para responder à esta pergunta de pesquisa foram estabelecidos os objetivos específicos e objetivo geral apresentados no subitem 1.1. Os elementos que justificam e caracterizam a importância da pesquisa são além dos já descritos os apresentados no item 1.2.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos gerais e específicos desta pesquisa são descritos a seguir.

1.1.1 Objetivo geral

Identificar as práticas da flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais em operações logísticas no Brasil, relacionando-as com ferramentas digitais.

1.1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- a) estabelecer o conceito de cadeias de suprimentos digitais;
- b) identificar como a flexibilidade está inserida nas cadeias de suprimentos digitais;
- c) identificar as práticas de flexibilidade nas cadeias de suprimento digitais;
- d) confirmar as práticas de flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais por meio de estudo multicaso.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Tang, Tomlin (2008), cadeias de suprimentos globais extensas e complexas tendem, normalmente, a demorar mais para adaptar-se às mudanças de mercado, ficando mais vulneráveis à disrupções nos negócios. Em complemento, a flexibilidade somente é viável e representa valor em ambientes de incerteza, adaptando-se às particularidades e necessidades do público-alvo de cada organização (SEEBACHER; WINKLER, 2015; BLOME; SCHOENHERR; ECKSTEIN, 2014; SCHÜTZ; TOMASGARD, 2011).

Conforme Duclos, Vokurka e Lummus (2003) apresentam, os clientes estão demandando por mais variedade, qualidade, customização e agilidade de desenvolvimento e entrega. Conseqüentemente, os riscos das cadeias de suprimentos e a resiliência das mesmas tornaram-se pontos críticos de gestão e controle (BAI; SARKIS, 2018).

Buscando atender à estas necessidades do mercado – por meio do desenvolvimento de cadeias de suprimentos resilientes -, a flexibilidade, segundo Wu (2012), ganha destaque, pois confere a habilidade necessária para produção em massa de diversos produtos com características distintas e gerencia entregas para diferentes clientes de forma eficiente e eficaz. Assim sendo, é evidente que a falta da flexibilidade é uma das maiores fraquezas das organizações, considerando as vantagens que proporciona às mesmas (BAI; SARKIS, 2018; CHRISTOPHER; PECK; TOWILL, 2006).

Para Vickery, Calantone e Dröge (1999), a flexibilidade está diretamente relacionada às incertezas do ambiente e a eficácia e eficiência das organizações. Ainda segundo os autores, quanto mais incerto for o ambiente no qual a organização está inserida, maior deve ser a flexibilidade da cadeia de suprimentos. Parte desta incerteza do mercado e alterações é resultado do desenvolvimento tecnológico, que alterou – e continua alterando – os meios pelos quais as informações, demandas e necessidades de clientes chegam às organizações (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003).

Os recursos e novas tecnologias são favoráveis – desde que geridas corretamente pelas organizações -, contribuindo para o aumento da flexibilidade e sua eficiência (GUNASEKARAN; NGAI, 2004; MANDERS; CANIËLS; GHIJSEN, 2014; SINGH; KOUL; KUMAR, 2017). Drones, veículos autônomos, computadores, celulares e ferramentas tecnológicas (IoT, *internet*, CPS, *cloud computing*, entre outros) estão mais acessíveis e conhecidos, afetando as cadeias de suprimentos e melhorando a visibilidade, atividades operacionais, planejamento e no processo de tomada de decisões entre todas as partes envolvidas (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; READY; GUNASEKARAN; SPALANZANI, 2015).

Entretanto, apesar da importância da flexibilidade na CS e das mudanças geradas pelo desenvolvimento tecnológico e uso destes recursos, o volume de estudos, modelos e indicadores de flexibilidade em cadeias de suprimentos que utilizam recursos tecnológicos não é expressivo (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; KUMAR et al., 2006; DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003). Desta forma, em meio a esse cenário de inovação, incertezas e constantes alterações (tecnológicas, necessidades, demandas), esta pesquisa tem como propósito identificar as práticas da flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais de operações logísticas no Brasil.

A partir destas informações, as organizações serão capazes de acompanhar o nível de flexibilidade que empregam e em quais pontos há necessidade de melhoria. Além disso, percebe-se a importância e necessidade em tratar da flexibilidade não apenas internamente nas organizações, mas também em toda a cadeia de suprimentos (fornecedores, clientes, entre outros) (STEVENSON; SPRING, 2007).

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é delimitada ao estudo e análise da flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais de organizações do segmento de operações logísticas no Brasil. A escolha por este segmento é decorrente da representatividade do mesmo no país pois, de acordo com estudo desenvolvido no ano de 2015 pela Associação Brasileira de Operadores Logísticos (ABOL), o mesmo ocupa o 6º lugar entre os maiores segmentos de serviços no país.

Em complemento, o segmento de operações logísticas é um dos que mais cresce no país e, com o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, a área da logística tornou-se mais autônoma (SCHOLZ-REITER; REKERSBRINK; GOERGES, 2010). Ainda de acordo com os autores, a mesma vem utilizando sistemas e inteligência artificial para a tomada de decisões – descentralizada -, e comunicação entre diversas áreas internas e externas às organizações.

Portanto, o estudo é voltado a identificar empresas de operação logística no país que possuem operações das cadeias de suprimentos digitalizadas, sendo estas operações: gestão de demanda, desenvolvimento de produto, gestão financeira, gestão de relacionamento com cliente, gestão de armazenagem, gestão de distribuição, gestão de fornecimento e retorno e ciclo de vida.

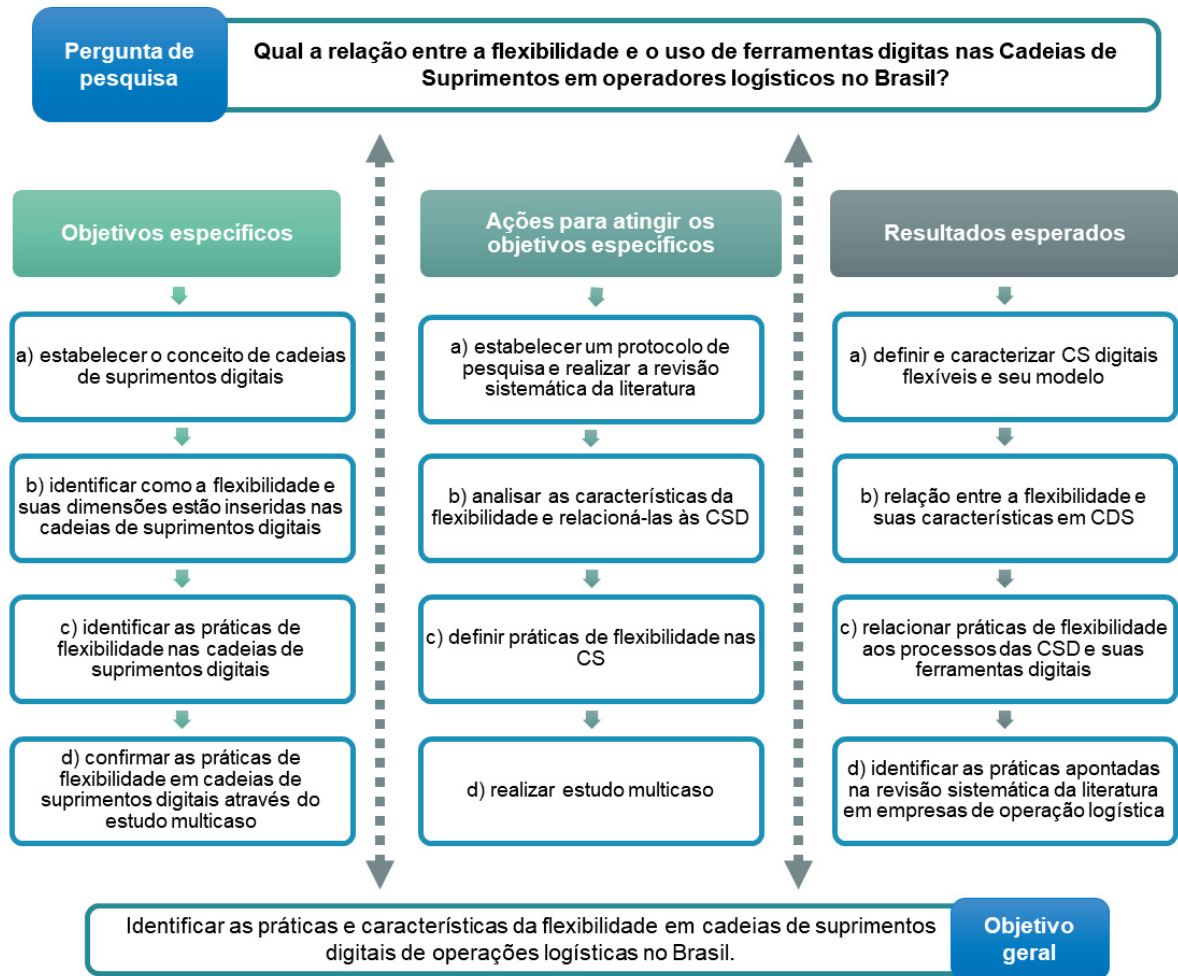
1.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Após identificados e estabelecidos os conceitos e modelos de cadeias de suprimentos digitais, realizou-se estudos multicase em organizações de operações logísticas, visando identificar os dados encontrados em suas cadeias de suprimentos. Conforme apresentado, o estudo em questão tem como objetivo identificar os impactos da flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais de operadores logísticos, estabelecendo suas práticas. Para estes apontamentos, foi realizada uma revisão da

literatura, buscando conceitos estabelecidos e comprovados, conferindo robustez ao embasamento teórico.

A FIGURA 1 apresenta as etapas desta pesquisa, os objetivos geral e específicos, as ações para atingir os mesmos e os resultados esperados das ações.

FIGURA 1 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO



FONTE: A autora (2020).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo aborda os temas de flexibilidade, cadeias de suprimentos digitais e seus modelos e cadeias de suprimentos flexíveis. Na seção 2.1 é definido o conceito de flexibilidade, os diferentes tipos e suas dimensões. Também são apresentados, brevemente, os principais benefícios da sua aplicação em cadeias de suprimentos. Na seção 2.2 é abordado o tema de Cadeias de Suprimentos Digitais (CSD), seu surgimento, desenvolvimento, benefícios e em quais operações / áreas da CS estas tecnologias estão presentes e o papel que desempenham. Também são apresentados modelos de cadeias de suprimentos digitais flexíveis.

Na seção 2.3 é apresentado o conceito das Cadeias de Suprimentos Flexíveis (CSF), sua importância na CS, características e dimensões. Por meio desta revisão da literatura, espera-se determinar as principais características de cadeias de suprimentos digitais flexíveis (CSDF), relacionando suas dimensões e seus componentes, visando definir práticas das CSDF.

2.1 FLEXIBILIDADE

Os primeiros estudos a serem desenvolvidos no campo da flexibilidade são da década de 1980, consequência do crescimento no desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas de informação (MANDERS; CANIËLS; GHIJSEN, 2014).

Flexibilidade é definida como uma resposta de adaptação às incertezas do mercado, refletindo a habilidade de um sistema alterar suas operações, estratégias e objetivos sem trazer desvantagens em aspectos como tempo, esforços, custos e performance (GERWIN, 1993; GOYAL; SAMALIA; VERMA, 2018; K. MORLOK; J. CHANG, 2004; LAO; HONG; RAO, 2010; UPTON, 1994). Duclos; Vokurka e Lummus (2003) e Vickery; Calantone e Droge (1999) também definem a flexibilidade como a capacidade em se adaptar às mudanças do mercado, porém consideram aspectos diferentes, sendo estes: agilidade, eficiência, eficácia e minimizando / mitigando riscos.

Para Gerwin (1993), a flexibilidade pode ser considerada como um atributo de duas naturezas: adaptativa ou de redefinição. A flexibilidade adaptativa é aplicada de forma reativa, estando relacionada às incertezas – internas ou externas – às quais as organizações podem enfrentar. A flexibilidade de redefinição, por sua vez, permite que

as organizações modifiquem as incertezas ou influenciem nas expectativas dos clientes a respeito de determinados produtos / serviços.

Segundo Bernardes e Hanna (2009), a flexibilidade é definida como a habilidade de um sistema alterar suas operações dentro das ferramentas e parâmetros já disponíveis, ou seja, *status* dentro das configurações já existentes.

Em uma definição mais completa, Aslam et al. (2018), define flexibilidade como:

- a) capacidade de alterar políticas de entrega;
- b) capacidade de possuir diferentes fornecedores;
- c) capacidade de produzir diferentes produtos, sequencialmente, em uma mesma linha de produção;
- d) capacidade de responder às variadas demandas de clientes;
- e) capacidade da equipe em lidar com mudanças repentinas;
- f) capacidade de alterar o armazenamento, conforme oscilações na demanda;
- g) quantidade de tecnologia aplicada à manufatura.

Ainda com relação ao uso da flexibilidade, esta pode acontecer de duas formas: reativa ou proativa (NAIM; ARYEE; POTTER, 2010; NAIM et al., 2006). De acordo com os autores, a flexibilidade reativa é utilizada contra incertezas de mercado, enquanto que a flexibilidade proativa é planejada, reduzindo os riscos de perdas com tempo, esforços, custos, performance, e oferecendo vantagem competitiva.

Por se tratar de uma característica que depende tanto de fatores internos quanto externos às organizações, Oke (2005) e Upton (1994) definem os conceitos de flexibilidade interna e externa. Para os autores, flexibilidade interna está relacionada a todo o sistema interno da organização e seu comportamento, sendo esta responsável pela entrega da flexibilidade externa. Esta, por sua vez, é relacionada a quão flexível os clientes consideram uma organização (resultado da flexibilidade interna). Em complemento, flexibilidade interna é relacionada à competências e flexibilidade externas à capacidades (THOME et al., 2014).

A flexibilidade também é aplicada à áreas estratégicas das organizações, sendo considerada um elemento chave no *marketing*, pois após entendimento do mercado, os recursos podem ser alterados, suportando diversas configurações (SWAFFORD; GHOSH; MURTHY, 2008).

Com base nas definições identificadas e analisadas na literatura, a flexibilidade é definida, para esta pesquisa, como à capacidade de uma organização em se adaptar às mudanças inesperadas de mercado, tendo conhecimento das consequências das tomadas de decisão e minimizando riscos e impactos econômicos, operacionais e de desempenho. Em um nível mais elevado, estariam as organizações que utilizam a flexibilidade também de forma proativa, desenvolvendo sistemas e, conseqüentemente, cadeias de suprimentos mais resilientes.

A flexibilidade também é formada por elementos, sendo originalmente três, propostos por Manders; Caniels e Ghijsen (2014), Upton (1994), Gerwin (1993), Slack (1983): variedade, mobilidade e uniformidade. Entretanto, Koste e Malhotra (1999), propuseram a divisão do elemento “variedade” entre “variedade-número” e “variedade-heterogeneidade”. O significado destes elementos, de acordo com os autores citados, são:

- a) Variedade-número: número de opções (operações, tarefas, produtos, entre outros);
- b) Variedade-heterogeneidade: heterogeneidade / diferenças de opções (diferentes operações, tarefas, produtos, entre outros);
- c) Mobilidade: facilidade com a qual a organização consegue modificar suas operações, objetivos, estratégias com o menor impacto de custos, tempo, esforços, entre outros;
- d) Uniformidade: representa uma semelhança / constância nos resultados de desempenho (qualidade, custos, tempos, entre outros). Este elemento não foi considerado por Slack (1983, 1988).

Em outro estudo, Koste, Malhotra e Sharma (2004) afirmam que estes elementos representam, empiricamente, os conceitos de escopo e factibilidade. De acordo com os autores, o escopo abrange a diversidade de opções e a factibilidade está relacionada ao tempo e custo necessários para que uma organização altere seu estado atual para outro. Estes conceitos de variedade, mobilidade e uniformidade estão diretamente relacionados à economia, ou seja, organizações flexíveis possuem uma curva média de custos linear, sem grandes variações (MANDERS; CANIËLS; GHIJSEN, 2014).

A flexibilidade começou a ser discutida em ambientes organizacionais através da sua aplicação na área da manufatura, que tinha por objetivo verificar de que forma

esta área poderia lidar com mudanças inesperadas em seus processos de produção (MANDERS; CANIËLS; GHIJSEN, 2014; MOON; YI; NGAI, 2012; OMAR et al., 2012). Atualmente, a flexibilidade é vista como uma dimensão de competitividade (ADIVAR; HÜSEYINOĞLU; CHRISTOPHER, 2019).

De acordo com Gupta e Goyal (1989), flexibilidade, para manufatura, é definida como a habilidade de um sistema em alterar sua operação frente à mudanças ou instabilidades do ambiente externo. Ainda de acordo com os autores, esta é uma das características de sucesso de qualquer sistema de manufatura, sendo um indicador crítico da performance total da manufatura e garantindo eficiência de custos e customização. Apesar desta definição, não está claro de qual habilidade se está falando e de que forma operacionalizá-la (KUMAR et al., 2006).

A partir da manufatura flexível, a flexibilidade passou a fazer parte do nível estratégico das organizações e também das cadeias de suprimentos flexíveis. A expansão do estudo se deu pois, percebeu-se que a mesma ultrapassa os limites da organização, estendendo-se aos fornecedores, distribuidores, transportadoras e clientes (KUMAR et al., 2006; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003; MOON; YI; NGAI, 2012; THOME et al., 2014).

Segundo Kumar et al., (2006), ao longo das últimas décadas diversos estudos relacionados à manufatura flexível foram desenvolvidos, contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas nas áreas estratégicas e da cadeia de suprimentos.

O desenvolvimento de sistemas de manufatura flexíveis se expandiu para o nível estratégico das organizações, sendo estes, parte integrante da flexibilidade estratégica (SWAFFORD; GHOSH; MURTHY, 2008). De acordo com Koste e Malhotra (1999), organizações flexíveis e com diferentes opções de estratégias respondem às mudanças de forma mais eficaz.

A flexibilidade estratégica representa a habilidade de gerenciar riscos econômicos e políticos, respondendo prontamente – direta ou indiretamente – às ameaças ou oportunidades do mercado de negócios (GREWAL; TANSUHAJ, 2001).

A flexibilidade no nível estratégico das organizações é composta por duas dimensões definidas por Sanchez, (1995):

- a) flexibilidade de recursos: trata-se da quantidade e diferentes aplicações que podem ser dadas à um mesmo recurso, custos e dificuldade de alterar o uso deste recurso e tempo dispendido;

- b) flexibilidade de coordenação: flexibilidade de processos que redefinem estratégias de produtos, reconfiguram as cadeias de suprimentos e realocam os recursos adequados para a produção.

Para se obter flexibilidade estratégica, há uma estrutura composta por seis características que contribuem para tal, sendo estas (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003):

- a) capacidade de fabricação;
- b) habilidades e conhecimentos;
- c) transformação organizacional;
- d) customização em massa;
- e) desenvolvimento de habilidades e capacidades futuras;
- f) rápida mudança de estratégias de fabricação e prioridades competitivas.

2.1.1 Dimensões da flexibilidade

As primeiras dimensões relacionadas à flexibilidade foram definidas por Slack (1983). Estas dimensões foram definidas considerando, em grande parte, sistemas flexíveis de manufatura, visto que os mesmos não estão relacionados a apenas uma variável, mas sim a diversos critérios que influenciam suas operações e resultados (LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003; LUMMUS; VOKURKA, 2009). Em seguida, diversos outros autores apontaram outras variáveis influenciadas pela flexibilidade em sistemas de manufatura.

Apesar de desenvolvidas com base em operações e sistemas de manufatura, estas dimensões podem ser estendidas à cadeias de suprimentos, conforme apontado por Gosling, Purvis e Naim (2010) e Vickery, Calantone e Droge (1999).

No QUADRO 1 são apresentadas as dimensões da flexibilidade apontadas pelos principais autores que desenvolveram estudos nesta área.

QUADRO 1 – PRINCIPAIS DIMENSÕES DA FLEXIBILIDADE

Dimensões de flexibilidade	Slack (1987)	Gupta; Goyal (1989)	Gerwin (1993)	Koste; Malhotra (1999)	Vokurka; O'Leary-Kelly (2000)	Stevenson; Spring (2007)	Singh; Achary (2013)
Volume	X	X	X	X	X	X	X
Produto	X	X	-	X	X	X	X
Mix	X	-	X	X	-	-	-
Máquina	-	X	-	X	X	X	X

Dimensões de flexibilidade	Slack (1987)	Gupta; Goyal (1989)	Gerwin (1993)	Koste; Malhotra (1999)	Vokurka; O'Leary-Kelly (2000)	Stevenson; Spring (2007)	Singh; Achary (2013)
Entrega	X	-	-	-	X	X	X
Expansão	-	X	-	X	X	X	X
Manuseio de material	-	-	-	X	X	X	X
Mão de obra	-	-	-	X	X	X	X
Rota	-	-	-	X	X	X	X
Modificação	-	-	X	X	-	X	-
Operação	-	-	-	X	X	X	X
Processo	-	X	-	-	X	X	X
Produção	-	X	-	-	X	X	-
Material	-	X	X	-	-	-	-
Novos produtos	X	-	-	X	-	-	X
Reencaminhamento	-	-	X	-	-	-	-
Responsividade	-	-	X	-	-	-	X
Automação	-	-	-	-	X	X	-
Novo <i>design</i>	-	-	-	-	X	X	-
Planejamento	-	-	-	-	X	X	-
Mercado	-	-	-	-	X	X	-
Saída	-	-	-	-	-	X	-
Transbordo	-	-	-	-	-	-	X

FONTE: A autora (2020).

A flexibilidade de volume está relacionada à habilidade do sistema em alterar todo o seu volume de produção (KOSTE; MALHOTRA, 1999; THOME et al., 2014). A flexibilidade de produto, por sua vez, está relacionada à capacidade do sistema em reagir às mudanças do mercado durante o período de desenvolvimento ou introdução de novos produtos (SINGH; SUSHIL, 2004). Em complemento, Thome et al. (2014) afirma que a flexibilidade de produto, na manufatura, está relacionada à capacidade de produção de acordo com os recursos de projeto, compra e fabricação.

A flexibilidade de *mix* refere-se ao número e a quantidade de diferentes produtos que podem ser produzidos sem afetar o tempo de produção – dificuldades de transições, *set up* de máquinas, entre outros -, custos ou desempenho (KOSTE; MALHOTRA, 1999; THOME et al., 2014).

A flexibilidade de máquina está relacionada ao número e à variedade de diferentes operações que uma mesma máquina pode desempenhar (KOSTE; MALHOTRA, 1999; VOKURKA; W O'LEARY-KELLY, 2000). A flexibilidade na entrega trata-se da capacidade de alterar tempos ou sequências de entregas planejadas, de

acordo com alterações de demanda ou pedidos de clientes (THOME et al., 2014; VOKURKA; W O'LEARY-KELLY, 2000).

A flexibilidade de expansão está relacionada ao aumento da capacidade ou capacidade do sistema, não estando limitada aos recursos disponíveis no sistema, ou seja, novas máquinas podem ser adquiridas, turnos extras implementados, entre outros (KOSTE; MALHOTRA, 1999; VOKURKA; W O'LEARY-KELLY, 2000). Ainda de acordo com os autores, a flexibilidade no manuseio de materiais está relacionada ao caminho percorrido pelas matérias-primas, produtos, máquinas, entre outros, desde a operação até a entrega.

Por sua vez, a flexibilidade de mão de obra está relacionada à quantidade de diferentes atividades que um mesmo trabalhador está capacitado a desempenhar (KOSTE; MALHOTRA, 1999; VOKURKA; W O'LEARY-KELLY, 2000). Ainda segundo os autores, a flexibilidade de rota está relacionada a quantidade de diferentes rotas de entrega de um produto, podendo incluir centros de distribuição estratégicos ao longo dos percursos. Em complemento, a rota pode estar relacionada aos diferentes caminhos alternativos de uma peça ao longo de um processo no chão de fábrica.

As dimensões identificadas em três ou menos estudos são apresentadas, de forma menos detalhada (KOSTE; MALHOTRA, 1999; STEVENSON; SPRING, 2007; VOKURKA; W O'LEARY-KELLY, 2000):

- a) modificação: quantidade e variedade de alterações desenvolvidas por uma organização;
- b) operação: número de processos alternativos ou formas de realizar uma atividade;
- c) processo: quantidade de processos distintos sem alterar configurações importantes;
- d) produção: variedade de produtos que podem ser produzidos sem a necessidade de adicionar novas máquinas;
- e) material: a quantidade e a variedade de materiais disponíveis e que podem ser substituídos;
- f) novos produtos: a quantidade e variedade de novos produtos desenvolvidos e comercializados por uma organização;
- g) reencaminhamento: habilidade em reprogramar uma rota que já estava sendo seguida pelo produto para entrega final ao cliente;

- h) responsividade: refere-se à capacidade em retornar a informação correta, de forma ágil e eficiente, superando as expectativas dos clientes;
- i) automação: quão automatizada a flexibilidade está (informatização);
- j) novo *design*: velocidade em que novos produtos são desenvolvidos e introduzidos ao sistema;
- k) planejamento: período em que o sistema opera sem supervisão;
- l) mercado: capacidade de adaptação do sistema de manufatura às mudanças do mercado
- m) saída: facilidade em ajustar a capacidade nas lojas em curto prazo;
- n) transbordo: habilidade em transferir produtos de um local a outro seja para atender a demanda ou corrigir discrepâncias.

Conforme notado, as dimensões foram desenvolvidas com base na manufatura flexível, entretanto se aplicam à outras áreas, como cadeia de suprimentos (KUMAR et al., 2006; VICKERY; CALANTONE; DRÖGE, 1999). Todas as dimensões apresentadas, devem ser executadas de forma a minimizar os efeitos negativos sobre custos, desempenho, qualidade, transições de atividades / processos e tempo (KOSTE; MALHOTRA, 1999).

Recentemente, com a crescente preocupação com o meio ambiente e sua preservação, algumas dimensões voltadas à flexibilidade, sustentabilidade e produção verde também são apontadas, dentre elas: energia, poluição, desperdício, reciclagem, entre outros (BAI; SARKIS, 2017). Também são destacadas as dimensões relacionadas à inovação e tecnologias, mostrando que as mesmas se adaptam e evoluem continuamente, conforme mudanças do mercado.

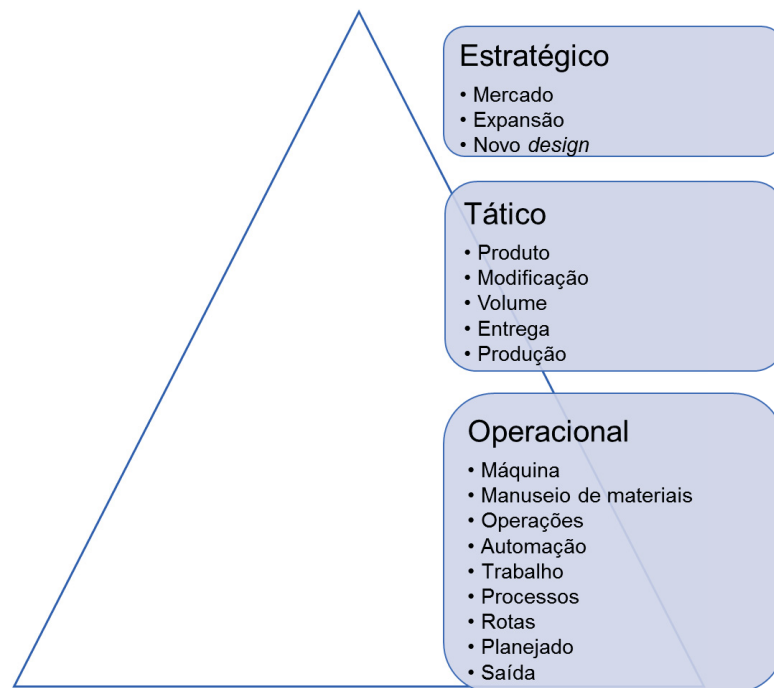
De acordo com Zhang et al., (2017) é recomendável que a flexibilidade esteja presente em todos os níveis hierárquicos das organizações – estratégico, tático e operacional – cada um com diferentes dimensões. Os autores Koste e Malhotra (1999) apresentam as dimensões de flexibilidade, por eles apontadas, divididas nos seguintes níveis:

- a) estratégico: unidade de negócio;
- b) funcional: planejamento e desenvolvimento, marketing, manufatura, organização e sistema;
- c) planta: produto, volume, *mix*, mudança e expansão;
- d) chão de fábrica: operação e rotas;

e) recursos individuais: manuseio, máquina e material.

Complementarmente Stevenson e Spring (2007), classificam as dimensões de flexibilidade por eles apontadas nos níveis estratégico (nível organizacional), tático (nível da planta) e operacional (recursos e chão de fábrica), conforme apresentado na FIGURA 2.

FIGURA 2 – DIMENSÕES DA FLEXIBILIDADE DE ACORDO COM OS NÍVEIS DE HIERARQUIA



FONTE: A autora (2020).

Na seção seguinte deste capítulo a aplicação da flexibilidade na cadeia de suprimentos será abordada com maior profundidade e detalhamento.

2.2 CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS

Os primeiros estudos voltados à cadeias de suprimentos flexíveis (CSF) estão registrados no final da década de 90 (BAI; SARKIS, 2018; THOMÉ et al., 2014; DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; VICKERY; CALANTONE; DRÖGE, 1999), sendo estas primeiras pesquisas resultado da expansão do estudo da flexibilidade na manufatura (MANDERS; CANIËLS; GHIJSEN, 2014; STEVENSON; SPRING, 2007; KUMAR et al., 2006). Desde então, diversos estudos foram desenvolvidos, voltados à

definição de cadeias de suprimentos flexíveis, desenvolvimento de modelos e indicadores, mostrando-se um campo de pesquisa cada vez mais emergente (MERSCHMANN; THONEMANN, 2011). Como seus estudos são desdobramentos de pesquisas voltadas à manufatura flexível, este torna-se um dos componentes da flexibilidade em cadeias de suprimentos (SWAFFORD; GHOSH; MURTHY, 2008).

Esta expansão no estudo da manufatura flexível é consequência de, cada vez mais, as organizações terem a necessidade em olhar não somente seus processos – resultado da globalização e integração das organizações -, mas também outras áreas – internas e externas – que estão envolvidas nas suas atividades diárias (BLOME; SCHOENHERR; ECKSTEIN, 2014; HOLMBERG, 2000). Assim, como as cadeias de suprimentos estão cada vez mais integradas e envolvem fornecedores, clientes e processos internos e externos, a flexibilidade passa a ser estudada visando estabelecer melhores relações com os envolvidos e manterem-se competitivas (SEEBACHER; WINKLER, 2015; MOON; YI; NGAI, 2012).

O estudo da flexibilidade na cadeia de suprimentos busca analisar todos os componentes que a tornam mais flexível, relacionando todas as partes internas e externas à organização, desenvolvendo-as para que operem de forma conjunta e estratégica (ESMAEILIKIA et al., 2014; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). Para tal, a flexibilidade aplicada à cadeia de suprimentos deve ter como foco, principalmente, atividades que agregam valor ao cliente (VICKERY; CALANTONE; DRÖGE, 1999). De igual forma, a escolha de fornecedores também é um ponto relevante, visto que os mesmos devem ser capazes de acompanhar as variações do mercado, atendendo às demandas sem comprometer a performance (SEEBACHER; WINKLER, 2015; KUMAR et al., 2006).

Em complemento, para More; Babu (2010), as cadeias de suprimentos precisam ser flexíveis para adaptar, eliminar ou reduzir incertezas, riscos e vulnerabilidades, sendo necessária a presença da flexibilidade na missão, estratégias e políticas das organizações. De acordo com Manders, Caniëls e Ghijsen (2014) e Kumar et al. (2006), grande parte das definições de flexibilidade são oriundas e relacionadas à manufatura. No QUADRO 2 são apresentadas as principais definições para cadeias de suprimentos flexíveis identificadas na literatura.

QUADRO 2 – PRINCIPAIS DEFINIÇÕES DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS

Autores	Definições
Gupta et al. (2019)	Capacidade das organizações responderem às alterações nas demandas e necessidades de clientes, sem comprometer o nível de serviço entregue
Yu et al., 2018	Vital para obter competitividade em ambientes de grande volatilidade e incertezas, realçando o desempenho operacional e financeiro
Sreedevi e Saranga (2017)	Resposta competitiva ao ambiente de incertezas e de otimização do fluxo de bens ao longo das complexas conexões / redes das cadeias de suprimentos
Blome, Schoenherr e Eckstein (2014)	Capacidade de responder aos desafios do mundo global e atender às complexidades que atrapalhem o desenvolvimento organizacional, sendo peça fundamental para este desenvolvimento
Moon, Yi e Ngai (2012)	Confere capacidade às organizações de atenderem mudanças externas e internas de mercado e / ou manter sua vantagem competitiva
Malhotra e Mackelprang (2012)	Sistema ou rede de flexibilidade externa (entrada e saída) e interna (manufatura), trazendo os resultados de desempenho organizacional com foco nas necessidades do cliente
Stevenson e Spring (2007)	Capacidade de adaptar-se a interrupções de fornecimento e alterações na demanda de forma eficiente e atendendo às necessidades dos clientes, tal qual apontadas, sem comprometer o nível de serviço entregue
Kumar et al. (2006)	Capacidade dos fornecedores de uma cadeia de suprimentos em readequarem suas operações, alinhar suas estratégias e compartilhar a responsabilidade de dar rápido retorno às demandas de cada parte que constitui a cadeia, produzindo uma variedade de produtos em quantidade, custo e qualidade esperadas pelos clientes, mantendo sempre o alto desempenho
Martinez-Sanchez e Perez (2005)	Abrange áreas / funções que impactam, diretamente, o relacionamento com clientes, compartilhando responsabilidades entre duas ou mais áreas / funções, sejam elas internas ou externas à organização
Vickery Calantone e Dröge (1999)	Está relacionada à flexibilidade que agrega valor aos olhos do cliente, compartilhando a responsabilidade entre uma ou mais áreas internas à cadeia de suprimentos (<i>marketing</i> , manufatura) ou externas (fornecedores)

FONTE: A autora (2020).

A definição adotada para esta pesquisa, tendo como base as definições apontadas, é de que cadeias de suprimentos flexíveis estão presentes, principalmente, em ambientes de incerteza, buscando manter um desenvolvimento linear, mas capaz de moldar-se às alterações de mercado, sempre atendendo às necessidades e demandas dos clientes, com o menor custo e tempo dispendido, mantendo a qualidade e tornando a cadeia de suprimentos mais resiliente e reduzindo / mitigando riscos.

Em complemento, os principais objetivos das CSF são alto nível de serviço, ou seja, habilidade em satisfazer as demandas dos clientes; uso de recursos, que está relacionado à quantidade de recursos disponíveis que estão sendo utilizados para agregar valor à cadeia de suprimentos e o quão eficiente está sendo este uso; e a responsividade, que exige elevado nível de flexibilidade, visto ser necessárias em ambientes de incerteza e mudanças de necessidades e novas demandas (ANGKIRIWANG; PUJAWAN; SANTOSA, 2014).

Conforme observado, todas as definições e objetivos possuem características comuns entre si, como preocupação em atender as necessidades dos clientes; adaptabilidade sem comprometer qualidade; ambientes de incerteza e rápidas mudanças. Em meio a este contexto, Stevenson e Spring (2007) propõem 5 (cinco) elementos que complementam a definição de cadeias de suprimentos flexíveis:

- a) redes robustas: quantidade de diferentes acontecimentos que a cadeia de suprimentos tem capacidade para resolver sem torná-la frágil;
- b) reconfiguração: facilidade com a qual a cadeia de suprimentos consegue se adaptar, sendo esta diretamente relacionada à resiliência da estrutura da CS;
- c) flexibilidade ativa: capacidade de tomar decisões e propor soluções antecipando possíveis problemas, antecipando suas causas e consequências;
- d) flexibilidade inativa (potencial): pode se apresentar como um recurso de contingência, ao invés de se fazer presente em todas as decisões;
- e) alinhamento entre todos os integrantes da CS: refere-se à integração e troca de informações entre todos os envolvidos na cadeia de suprimentos, de forma a alinhar estratégias e objetivos das organizações em questão.

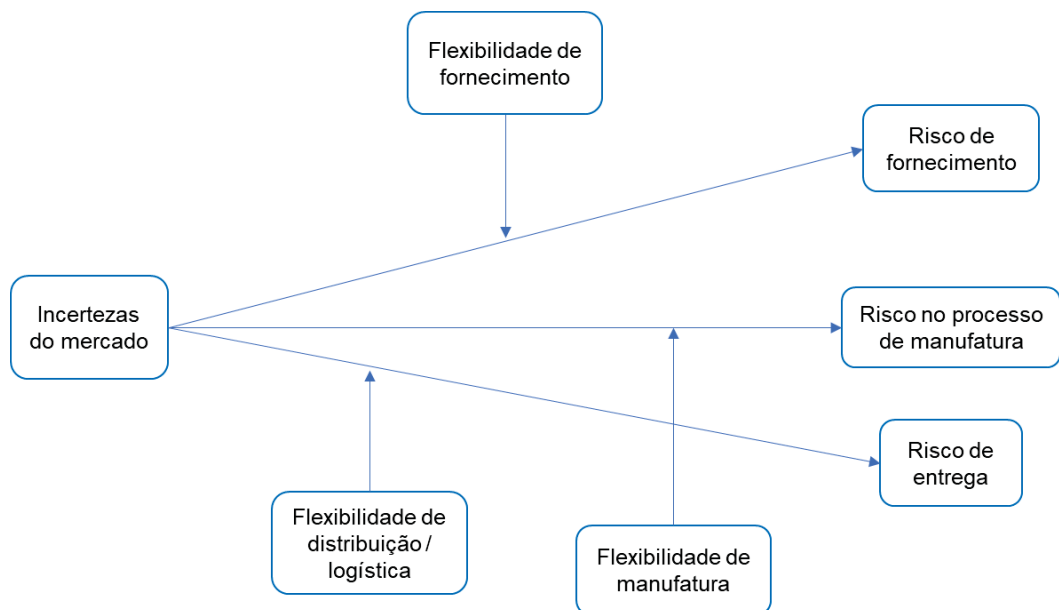
Por meio destas definições, notam-se algumas características das CSF, que também estão se desenvolvendo ao longo dos últimos anos, em grande parte devido à incerteza, cada vez mais crescente no mundo dos negócios, e aos sistemas globais complexos que foram criados (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; SINGH et al., 2017; PEREIRA; CHRISTOPHER; DA SILVA, 2014; CARVALHO et al., 2012; MERSCHMANN; THONEMANN, 2011).

Riscos, resiliência, agilidade e responsividade nas cadeias de suprimentos são conceitos que estão relacionados entre si e diretamente ligados à flexibilidade

(ASLAM et al., 2018; SREEDEVI; SARANGA, 2017). De acordo com Sreedevi e Saranga (2017), os riscos das cadeias de suprimentos são resultado dos ambientes de incerteza nos quais as organizações estão inseridas, resultando no desenvolvimento de sistemas e operações cada vez mais complexas. Em complemento, os riscos na cadeia de suprimentos e sua gestão (mitigação, redução), são estendidas ao longo de toda a cadeia de suprimentos, ou seja, envolvem fornecedores, distribuidores logísticos e clientes (THUN; HOENIG, 2011).

Assim, a flexibilidade – conforme apresentado anteriormente – também é desenvolvida em ambientes organizacionais de incerteza, sendo considerada um dos principais fatores que contribuem para a mitigação dos riscos, não somente na cadeia de suprimentos, mas nas organizações como um todo, conforme FIGURA 3 (SREEDEVI; SARANGA, 2017; THUN; HOENIG, 2011; TANG; TOMLIN, 2008).

FIGURA 3 – MODELO CONCEITUAL ENTRE CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS E RISCOS



FONTE: Adaptado de DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS (2003).

Assim como os riscos e a flexibilidade, a resiliência também é relacionada à ambientes de incerteza e vulnerabilidade, sendo considerada uma característica operacional das cadeias de suprimentos (BRUSSET; TELLER, 2017; PEREIRA; CHRISTOPHER; DA SILVA, 2014; CARVALHO et al., 2012). Os estudos voltados à resiliência no mundo dos negócios apresentaram maior crescimento após o ano de

2001, dados alguns acontecimentos, como por exemplo o ataque terrorista às torres gêmeas nos Estados Unidos (PEREIRA; CHRISTOPHER; DA SILVA, 2014).

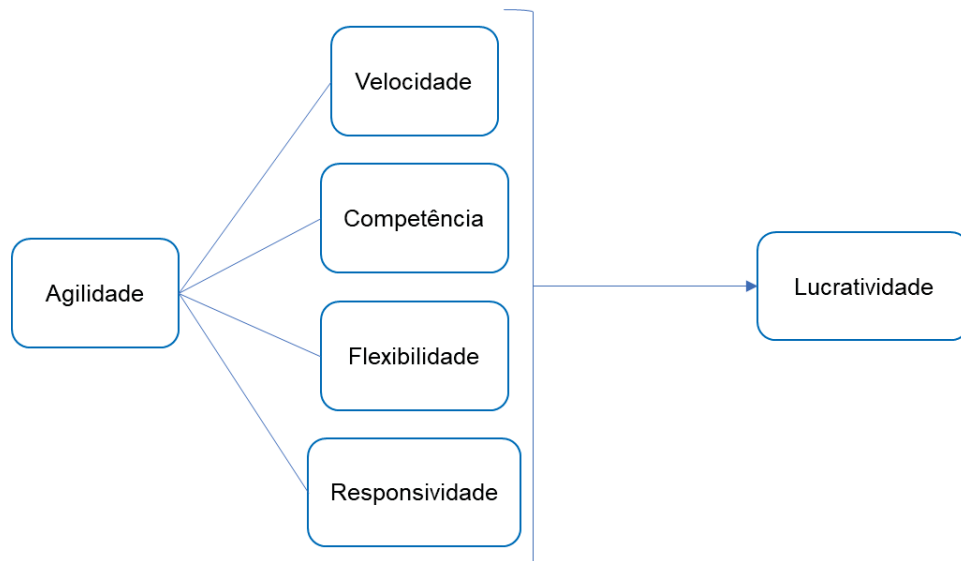
De acordo com os autores, resiliência inserida em cadeias de suprimentos tem como principal característica a capacidade de fazer retornar as operações, funções e performance à forma inicial ou a uma nova, mais robusta, diante de situações de mudança. Em complemento, ainda segundo os autores, esta resposta deve acontecer o mais rápido possível a estes eventos inesperados.

Estas situações de mudança, denominados como distúrbios por alguns autores, podem ser os mais diversos, dentre eles mudanças na economia, cultura, greves, guerras e desastres naturais (BRUSSET; TELLER, 2017; CARVALHO et al., 2012). Frente a estes distúrbios, estratégias de resiliência são tomadas, envolvendo a gestão de riscos em cadeias de suprimentos e flexibilidade, apresentando, novamente, a relação entre estes conceitos (CARVALHO et al., 2012; SPIEGLER; NAIM; WIKNER, 2012).

A agilidade, por sua vez, muitas vezes é confundida com a flexibilidade, entretanto a flexibilidade é uma característica crucial de organizações ágeis (CHRISTOPHER; PECK; TOWILL, 2006; CHRISTOPHER; TOWILL, 2001). O conceito de agilidade tem sua origem com o desenvolvimento dos sistemas flexíveis de manufatura (BERNARDES; HANNA, 2009; CHRISTOPHER; PECK; TOWILL, 2006), sendo definida como uma competência essencial, que depende de outras capacidades, dentre elas da flexibilidade e suas dimensões (CHRISTOPHER; HOLWEG, 2011; SWAFFORD; GHOSH; MURTHY, 2008).

A agilidade está relacionada à velocidade com a qual a organização consegue se adaptar às mudanças do mercado, enquanto a flexibilidade tem relação com a capacidade da organização em atender às demandas e necessidades dos clientes (BIDHANDI; VALMOHAMMADI, 2017; BERNARDES; HANNA, 2009). Conforme apresentado no modelo da FIGURA 4, cadeias de suprimentos ágeis estão diretamente relacionadas à velocidade, competência, flexibilidade e responsividade, trazendo maior rentabilidade às organizações.

FIGURA 4 – MODELO CONCEITUAL DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS ÁGEIS E SUA RELAÇÃO COM A RENTABILIDADE



FONTE: Adaptado de DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS (2003).

Por fim, a responsividade trata-se da relação construída entre a organização e cliente (ASLAM et al., 2018). Segundo os autores, não se trata apenas da comunicação, retorno e atendimento ao cliente, mas também do serviço esperado entregue ao cliente *versus* o serviço realizado e superar as expectativas de seus consumidores.

Após definido o que são cadeias de suprimentos flexíveis, serão apresentados seus componentes e as dimensões apontadas na literatura. Conforme será observado, diversas destas dimensões foram definidas com base nas dimensões de manufatura flexível e outras, são exclusivas e características da flexibilidade em cadeias de suprimentos.

2.2.1 Dimensões e componentes de cadeias de suprimentos flexíveis

Diversos estudos foram desenvolvidos relacionando as dimensões de flexibilidade apontados em sistemas de manufatura para as cadeias de suprimentos (MOON; YI; NGAI, 2012). Em pesquisa desenvolvida por Manders, Caniëls e Ghijssen (2014), os mesmos identificaram um total de 79 (setenta e nove) dimensões que caracterizam cadeias de suprimentos flexíveis relacionadas à bens, lucratividade, estrutura e estratégia organizacional.

Entretanto, enquanto as dimensões de sistemas de manufatura flexíveis são mais internas às organizações, as dimensões de cadeias de suprimentos flexíveis possuem maior ênfase externa (YU; CADEAUX; NANFENG, 2015; VICKERY; CALANTONE; DRÖGE, 1999). Em complemento, Manders, Caniëls e Ghijsen (2014) e Malhotra e Mackelprang (2012), explicam que as dimensões externas estão relacionadas ao mercado, às mudanças de demanda, atendimento das necessidades dos clientes e a obtenção de vantagem competitiva frente à concorrência. As dimensões internas, ainda de acordo com os autores, têm como principal função atender às necessidades externas e variações de mercado da forma mais eficiente possível. No QUADRO 3 são apresentadas as dimensões das cadeias de suprimentos flexíveis e, na sequência, detalhados os conceitos de cada.

QUADRO 3 – DIMENSÕES DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS

Dimensões CSF	Vickery; Calantone; Droge (1999)	Lummus, Duclos e Vokurka (2003)	Sanchez e Perez (2005)	Kumar et al. (2006)	Gosling; Purvis; Naim, 2010	Malhotra e Mackelprang (2012)	Thomé et al. (2014)
Volume	X	X	X	-	X	-	X
Produto	X	X	X	X	-	-	X
Mix	-	-	-	-	X	X	X
Novos produtos	X	X	X	X	X	X	X
Responsividade	X	X	X	X		-	X
Entrada	-	-	X	X	-	X	-
Distribuição / Acesso	X	X	X	X	X	X	X
Transbordo	-	-	X	-	-	-	-
Adiamento	-	-	X	-	-	-	X
Modificação	-	-	-	-	-	X	X

FONTE: A autora (2020).

Conforme observado, as dimensões de cadeias de suprimentos flexíveis estão diretamente relacionadas com as dimensões de flexibilidade descritas e detalhadas na sessão 2.1.1 do capítulo 2 desta pesquisa. Entretanto, em cadeias de suprimentos, cada uma destas dimensões confere diferentes características e possuem determinadas funções, conforme detalhado a seguir.

- a) volume: refere-se à capacidade em ajustar a produção de acordo com as necessidades e alterações dos clientes;
- b) produto: capacidade de customizar e personalizar produtos para atender à diferentes pedidos de clientes. Segundo Vickery, Calantone e Droge

(1999), é uma das dimensões responsáveis por demonstrar adição de valor aos produtos;

- c) *mix*: assim como na dimensão de flexibilidade, *mix* nas cadeias de suprimentos está relacionado à quantidade e variedade de diferentes produtos que podem ser produzidos na mesma linha de produção, sem necessidade de alterações de configuração, mantendo custo, qualidade e performance;
- d) novos produtos: também definida como “lançamento”, esta dimensão está relacionada à capacidade de “lançar” novos produtos em mercado ou aprimorar aqueles já existentes, conforme demanda e sem custos e tempo adicional de fabricação;
- e) responsividade: capacidade de retornar informações aos clientes, de forma a atender suas demandas e expectativas;
- f) entrada: refere-se aos fornecedores das cadeias de suprimentos, responsáveis pelas entradas. Estes devem estar em sintonia com as necessidades de seus clientes, alinhados com suas estratégias, objetivos e sendo capazes de atender às demandas e mudanças de forma ágil e flexível;
- g) distribuição / acesso: refere-se à parte logística de saída, entrega dos produtos aos clientes. A distribuição está relacionada com a forma com a qual o produto é entregue, aceitando mudanças de local ao longo da entrega, enquanto que o acesso está relacionado à capacidade de entrega em diversos e diferentes locais;
- h) transbordo: transporte de produtos diretamente do estoque aos locais de venda e / ou entrega direta ao cliente final, atendendo à demanda prontamente;
- i) adiamento: capacidade de manter os produtos em sua forma padrão pelo maior tempo possível, realizando as modificações necessárias nas fases finais de entrega e atendendo às necessidades distintas de cada cliente;
- j) modificação: capacidade de modificar produtos que são padrão em pouco tempo, buscando atender as necessidades dos clientes e demanda de mercado.

Além das dimensões, as cadeias de suprimentos flexíveis são formadas por 6 (seis) principais componentes, derivados de estudos voltados à manufatura flexível, estratégias flexíveis e cadeias de suprimentos flexíveis (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). Estes componentes e seus respectivos significados são apresentados no QUADRO 4, de forma resumida. Ao longo desta seção os componentes da CSF serão abordados em maior nível de detalhe.

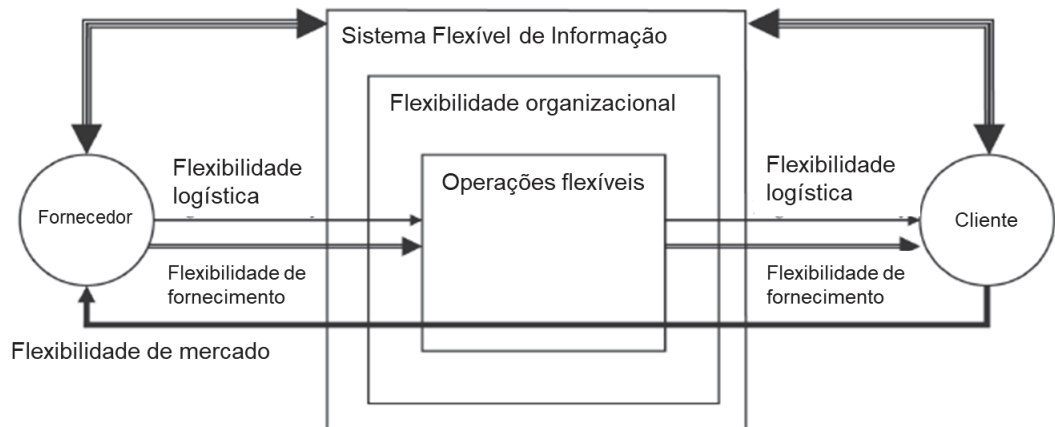
QUADRO 4 – COMPONENTES DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS

Componentes	Definição
Sistemas flexíveis de operação	Capacidade de configurar os ativos e operações para responderem às mudanças e tendências de mercado (produto, volume, <i>mix</i>) em cada uma das partes que compõem a cadeia de suprimentos
Flexibilidade de mercado	Capacidade de customizar a produção em massa e construir relações mais próximas e sólidas com clientes, facilitando o desenvolvimento de novos produtos e alterações em produtos já existentes
Flexibilidade logística	Capacidade de custear, de modo eficiente, a entrega e recebimento de produtos atendendo às demandas de mercado (mudanças de localização, adiamentos, globalização, customização, entre outros)
Flexibilidade de fornecimento	Capacidade de alterar a cadeia de suprimentos e o fornecimento de produtos conforme demandas do mercado / clientes
Flexibilidade organizacional	Capacidade de alinhar as habilidades de cada colaborador para atender às necessidades de mercado e demandas de clientes
Sistemas de informação flexíveis	Capacidade de desenvolver sistemas que apresentem informações de mercado, sendo estes capazes de auxiliar nas tomadas de decisão, atendimento das necessidades e demandas de mercado / clientes

FONTE: A autora (2020).

Conforme observado, todos os componentes têm como foco o atendimento das necessidades e demandas dos clientes. Os autores ainda apresentam um modelo que relaciona estes componentes com os fornecedores e clientes, conforme FIGURA 5.

FIGURA 5 – RELAÇÃO ENTRE OS COMPONENTES DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS



FONTE: DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS (2003).

As operações flexíveis estão relacionadas tanto à manufatura quanto serviços, e à habilidade em alterar produtos, equipamentos, pessoas e processos em cada atividade, se necessário (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). Ainda de acordo com os autores, também merece destaque a agilidade operacional, sendo um dos componentes da flexibilidade estratégica e responsável pelas alterações necessárias (pessoas, equipamentos, operações, entre outros), atendendo às mudanças no ritmo em que são demandadas.

A flexibilidade de mercado está diretamente relacionada à algumas dimensões como novos produtos, novas configurações de produto, desenvolvimento de novos produtos e atendimento das necessidades de clientes (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). Segundo os autores, para conseguir atender a estas necessidades, faz-se necessário uma abordagem de engenharia simultânea com diferentes representantes de cada um dos nós da cadeia de suprimentos (clientes, fornecedores, distribuição), aumentando a acertividade e reduzindo o tempo de desenvolvimento de produtos.

A flexibilidade logística, por sua vez, é responsável por proporcionar o valor de diferenciação para cada um dos clientes, atendendo suas necessidades individuais de forma customizada e agregando valor ao produto e / ou serviço (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). Segundo os autores, diversas organizações contratam outras que se tornam responsáveis pela logística, sendo um dos componentes obrigatórios a presença da flexibilidade nas atividades, como por exemplo a capacidade de manusear, transportar e distribuir

diferentes tipos de produtos de uma única vez, políticas de retorno, logística reversa, capacidade de acompanhar as oscilações de mercado em curtos períodos de tempo, entre outros.

A flexibilidade de fornecimento está relacionada à construção de relacionamentos e parcerias sólidas e duradouras com diferentes fornecedores, sendo estes capazes de atender as necessidades da organização contratante e acompanhar as variabilidades do mercado (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003).

A flexibilidade organizacional está diretamente relacionada à estratégia, objetivos, visão de negócio e intrínseca na cultura das organizações (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). De acordo com os autores, flexibilidade na manufatura e cadeias de suprimentos somente é obtida se o ambiente organizacional é flexível, contribuindo para seu desenvolvimento, e adequando às habilidades de trabalho dos colaboradores a cada atividade / função. Desta forma, a flexibilidade operacional somente é obtida por meio da flexibilidade organizacional, conforme esquematizado na FIGURA 5 (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003).

Por fim, sistemas de informação flexíveis estão relacionados à integração de informações e dados de clientes, operações, materiais, funções e, em alguns casos, dados relacionados ao negócio, que são compartilhados entre as partes que compõem uma cadeia de suprimentos, como fornecedores e clientes (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). Para tanto, torna-se necessário sincronizar os sistemas, para que as informações trocadas / recebidas sejam as mesmas, não gerando ruídos e acompanhando as mudanças de demanda (DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS, 2003; LUMMUS; DUCLOS; VOKURKA, 2003). Ainda de acordo com os autores, há dificuldade nestas integrações dado o volume de dados a serem compartilhados e complexidade de sistemas.

Em estudo mais recente, outros dois componentes de uma cadeia de suprimentos flexível foram propostos: rede robusta, que tem relação com a forma como a cadeia de suprimentos está construída, e as relações da cadeia de suprimentos, que diz respeito à relação entre compradores e fornecedores (YU; CADEAUX; NANFENG, 2015).

Com base nas dimensões e componentes das cadeias de suprimentos flexíveis, os autores também apresentam as principais práticas a serem utilizadas, de

forma que as tornam e caracterizam as mesmas como sendo, realmente, flexíveis. No QUADRO 5 estas práticas são apresentadas, estando relacionadas aos autores que as apresentam.

QUADRO 5 – PRÁTICAS DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS

Práticas	Autores
Conhecimento sobre variabilidade do mercado	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010, Kumar et al., 2006
Capacidade de resposta às variações de mercado e necessidade dos clientes	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010, Kumar et al., 2006, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Análise de recursos necessário para atender a demanda prevista (simulação)	Gosling; Purvis; Naim, 2010, Kumar et al., 2006
Retorno ao cliente de forma ágil e assertiva	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010, Kumar et al., 2006, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Customização dos serviços de acordo com a demanda de cada cliente ou nichos específicos	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Reorganização de processos e operações para atender diferentes necessidades	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010, Kumar et al., 2006
Capacidade de simular diferentes situações propondo soluções (gestão de riscos e adaptabilidade)	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006
Capacidade de analisar a viabilidade de um novo serviço	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006
Simulação de uma nova reconfiguração da cadeia	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Agilidade no desenvolvimento de novo serviço	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Nível de coleta, análise e precisão de informações sobre do perfil/comportamento do mercado	Kumar et al., 2006, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003
Capacidade de entendimento de mercado	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006
Adaptação de processos e operações às necessidades dos clientes	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Análises de riscos do mercado financeiro	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003
Acesso às informações	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010
Integração ao sistema do cliente	Malhotra; Mackelprang, 2012, Gosling; Purvis; Naim, 2010, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003
Envio de informações em tempo real	Malhotra; Mackelprang, 2012, (GOSLING; PURVIS; NAIM, 2010), Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Obtenção e análise da informação com colaboração de tecnologias	Malhotra; Mackelprang, 2012, (GOSLING; PURVIS; NAIM, 2010), Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Capacidade de resposta aos clientes (simulação de valores, automação de resposta e agilidade)	Malhotra; Mackelprang, 2012, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999

Práticas	Autores
Capacidade de atender diferentes demandas e necessidades	Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos	Malhotra; Mackelprang, 2012, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003
Uso de sensores em armazéns	Malhotra; Mackelprang, 2012
Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes	Malhotra; Mackelprang, 2012, (GOSLING; PURVIS; NAIM, 2010), Duclos; Vokurka; Lummus, 2003
Flexibilidade na alteração de atividades que um mesmo operador pode desempenhar (flexibilidade de mão de obra)	Frank; Daleogare; Ayala, 2019
Flexibilidade em alterar layouts e velocidade de mudança	(GOSLING; PURVIS; NAIM, 2010), Vickery; Calantone; Droge, 1999
Facilidade em realizar entregas em diferentes lugares e abranger grandes áreas de distribuição	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Roteirização	Malhotra; Mackelprang, 2012, Kumar et al., 2006, Duclos; Vokurka; Lummus, 2003, Vickery; Calantone; Droge, 1999
Uso de sensores em ativos em geral	Malhotra; Mackelprang, 2012
Compartilhamento informações críticas e sensíveis relacionadas a questões operacionais e estratégicas	Malhotra; Mackelprang, 2012
Gestão de riscos	(GOSLING; PURVIS; NAIM, 2010)
Planejar o ciclo de vida de acordo com a análise de demanda	Kumar et al., 2006

FONTE: A autora (2020).

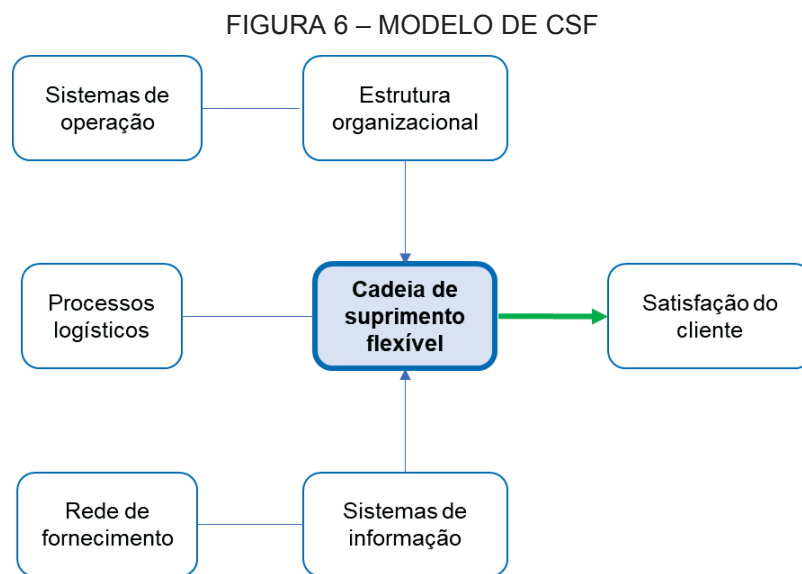
Conforme apresentado no QUADRO 5, as práticas estão diretamente relacionadas às dimensões já apresentadas e seus componentes. Conforme observado, as práticas estão voltadas ao conceito das cadeias de suprimentos digitais, que é o de tornar as operações mais ágeis, minimizar os riscos e aumentar a responsividade aos clientes, competitividade e adaptabilidade às variações.

2.2.2 Modelos de cadeias de suprimentos flexíveis

Os primeiros modelos de cadeias de suprimentos flexíveis são resultado, conforme citado anteriormente, do desenvolvimento de modelos voltados à manufatura flexível (KUMAR et al., 2006). O modelo proposto por Lummus, Duclos e Vokurka (2003), trata-se de um modelo mais generalista, desenvolvido com base em cada um dos componentes das cadeias de suprimentos flexíveis e suas características. O modelo procura dar maior ênfase na satisfação dos clientes, sendo

este o principal resultado de uma cadeia de suprimentos flexível que possui estas características

Segundo os autores, uma cadeia de suprimentos é considerada flexível a partir do momento em que atende às demandas de seus clientes e obtém retorno sobre a satisfação dos mesmos, mostrando vantagem competitiva frente à concorrência. Na FIGURA 6 o modelo é apresentado, mostrando os componentes que são a base de uma cadeia de suprimentos flexível e como saída a satisfação dos clientes.



FONTE: Adaptado de DUCLOS; VOKURKA; LUMMUS (2003).

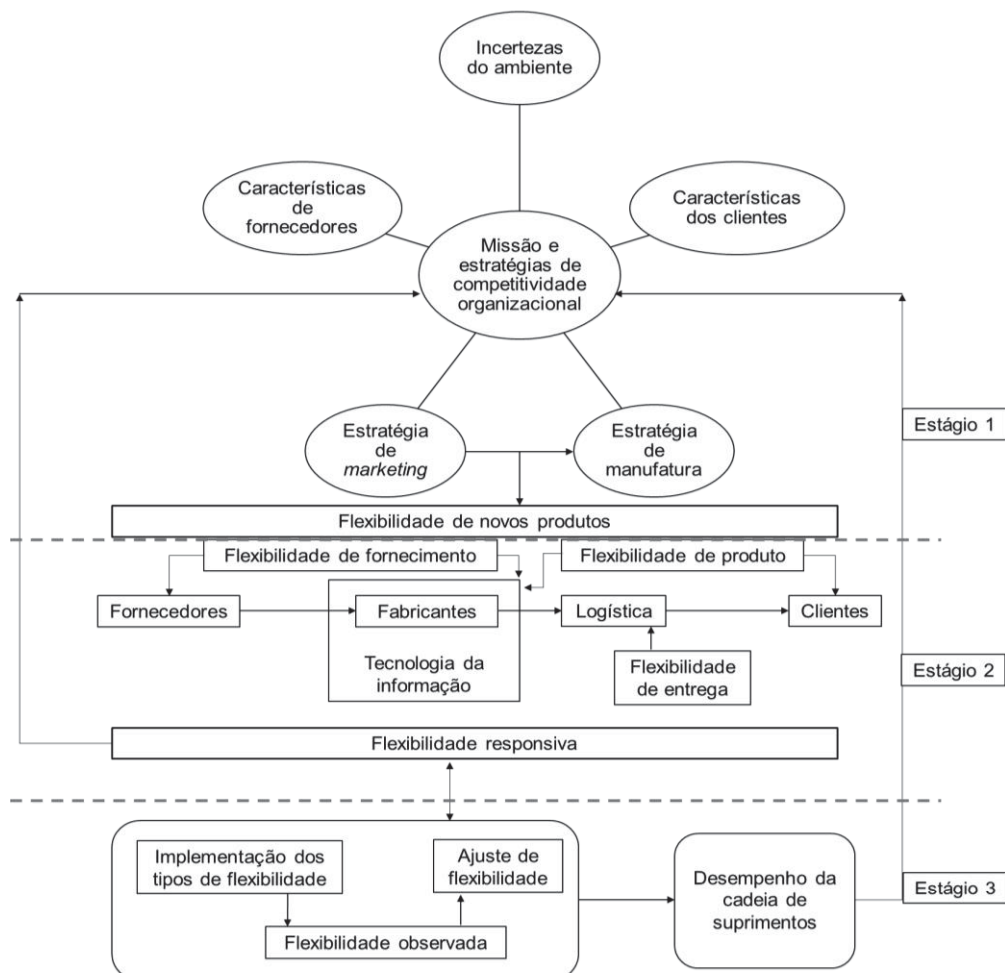
O modelo desenvolvido por Kumar et al. (2006) é derivado de um estudo de outros 12 modelos, em sua grande parte relacionados à modelos de manufaturas flexíveis, sendo este um modelo que propõem a implementação e gestão de cadeias de suprimentos flexíveis.

Conforme FIGURA 7, o modelo é dividido em três estágios de implementação e gestão, sendo estes:

- a) Estágio I – Processo de identificação da flexibilidade necessária: de acordo com os autores, o primeiro passo é definir o ambiente no qual a organização está inserida, quem são seus clientes, suas necessidades, nível de demanda, incertezas do mercado e relacionamento com fornecedores. Tendo estas informações devidamente identificadas, a organização as alinha com suas estratégias – *marketing* e manufatura –

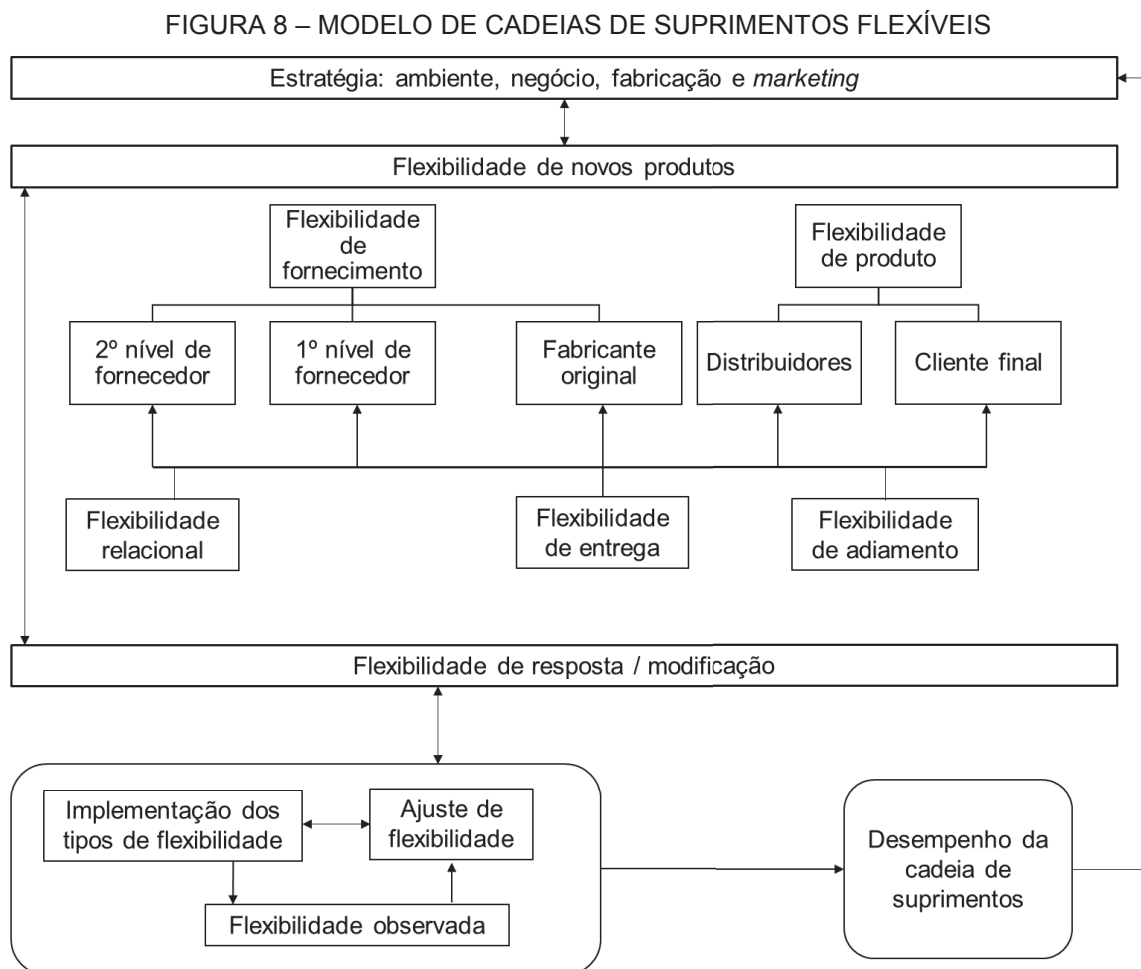
- definindo nível de flexibilidade necessário para alcançar os objetivos e missão traçados;
- b) Estágio II – Implementação e responsabilidade compartilhada: uma vez identificado o nível de flexibilidade requerido, as organizações precisam definir os responsáveis por cada função e operação, distribuindo adequadamente em cada uma das áreas, de acordo com o nível necessário, desde fornecedores à distribuidores logísticos;
- c) Estágio III – *Feedback* e controle: por fim, após as responsabilidades definidas e implementadas, faz-se necessário desenvolver / implantar mecanismos de controle, de forma a acompanhar o desenvolvimento da flexibilidade em cada área e as possíveis mudanças. Conforme mostrado no modelo, caso necessário, com base no acompanhamento dos dados, pode ser necessário alterar a missão e objetivos estratégicos.

FIGURA 7 – MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO E CONTROLE DE CSF



FONTE: Adaptado de KUMAR ET AL. (2006).

Outro modelo apresentado foi proposto por Thomé et al (2014) – FIGURA 8 – que relaciona a estrutura da cadeia de suprimentos com suas dimensões. Os autores fazem relação da flexibilidade com as áreas internas (ambiente, estratégia de negócio, manufatura e *marketing*) e externas (fornecedores, distribuidores e cliente final) que compõem a cadeia de suprimentos. Assim como no modelo de implementação proposto por Kumar et al. (2006), este modelo também aponta mecanismos de acompanhamento da flexibilidade e da performance da cadeia de suprimentos de um modo geral.



FONTE: Adaptado de THOMÉ ET AL. (2014).

Após implementação da flexibilidade nas cadeias de suprimentos, faz-se necessário acompanhar sua evolução e performance, uma vez que a mesma torna-se de extrema importância para a CS (CHO et al., 2012; CHAN, 2003). Segundo os autores, mensurar a performance das cadeias de suprimentos faz com que as organizações tenham informações suficientes – e necessárias – para acompanhar a

satisfação dos clientes, alinhamento com as estratégias da organização e necessidade e melhoria em processos, funções e elos da cadeia de suprimento.

2.3 CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Para a correta e efetiva gestão das cadeias de suprimentos, a tecnologia da informação (TI) representa um importante papel, consequência da sua habilidade em integrar diferentes processos, fornecedores e clientes – interna e externamente às organizações – por meio da melhora na comunicação, aquisição, transformação e transmissão de dados que geram maior facilidade no processo de tomada de decisões e elevam os níveis das CS (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018; BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; GUNASEKARAN, 2004). Nos dias atuais, espera-se que a cadeia de suprimentos seja inteligente de tal forma a atender às mudanças abruptas de mercado, tendo como objetivo a forma como a cadeia de suprimentos é gerenciada (GUPTA et al., 2019; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

A tecnologia começou a se fazer presente nas cadeias de suprimentos no final da década de 90, com o uso da *internet* para a troca de dados entre as organizações (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2016; GUNASEKARAN; NGAI, 2004). No QUADRO 6 são apresentadas as principais definições de CSD – ou cadeias de suprimentos inteligentes – identificadas na literatura. De acordo com as definições dadas por Gupta et al. (2019), Wu et al. (2016) e Butner (2010), verificou-se que os conceitos atribuídos às CSD e cadeias de suprimentos inteligentes são semelhantes, considerando, portanto, os termos como sinônimos nesta pesquisa. No QUADRO 6 são apresentadas as principais definições de CSD.

QUADRO 6 – PRINCIPAIS DEFINIÇÕES DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Autores	Definição de cadeia de suprimentos digital
Butner (2010)	São cadeias de suprimentos que utilizam equipamentos e sistemas que oferecem alta visibilidade de informações, de forma inteligente – alta capacidade de previsão e tomadas de decisão), conectando todas as áreas da cadeia de suprimentos.
Vickery et al. (2010)	Cadeias de suprimentos digitais são facilitadores de fluxos e processos de informações através de todas as áreas e limites organizacionais, integrando, de forma efetiva, atividades e processos.
Wu et al. (2016)	Cadeias de suprimentos inteligentes tratam-se de um novo negócio que ultrapassa os limites da organização para implementações de novas ideias, atividades e processos que impactam toda a cadeia.

Autores	Definição de cadeia de suprimentos digital
Bienhaus e Haddud (2018)	Fazem o uso de inteligência artificial que, somada ao comportamento humano, criam novos conceitos e aplicações inovadoras e colaborativas.
Büyüközkan e Göçer (2018)	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.

FONTE: A autora (2020).

Para esta pesquisa, será adotada a definição de Büyüközkan e Göçer (2018), complementando com Ben-Daya, Hassini e Bahroun (2017) que afirmam que o uso de tecnologias tem papel fundamental nas cadeias de suprimentos, pois auxiliam no alcance dos objetivos e gerenciamento dos riscos.

As características associadas às CSD são apresentadas no QUADRO 7 e detalhadas a seguir.

QUADRO 7 – CARACTERÍSTICAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Características CSD	Butner (2010)	Wu et al. (2016)	Büyüközkan e Göçer (2018)	Gupta et al. (2019)
Instrumentos	X	X	-	X
Interconectividade	X	X	X	X
Inteligência	X	X	X	X
Automação	-	X	-	-
Integração	-	X	-	-
Inovação	-	X	X	-
Velocidade	-	-	X	-
Flexibilidade	-	-	X	-
Estoques em tempo real	-	-	X	-
Transparência	-	-	X	-
Custo	-	-	X	-
Escalabilidade	-	-	X	-
Proatividade	-	-	X	-
Sustentabilidade	-	-	X	-

FONTE: A autora (2020).

A seguir seguem definições das características, segundo os autores citados no QUADRO 7.

- a) instrumentos: uso de máquinas como sensores, medidores, etiquetas RFID, entre outros;

- b) interconectividade: integração de dados, não somente entre as áreas, processos e fornecedores, mas também no monitoramento de objetos que fazem parte da cadeia de suprimentos;
- c) inteligência: capacidade de tomadas de decisões ótimas de forma rápida e melhorando o desempenho da cadeia de suprimentos;
- d) automação: automatização de atividades por meio do uso de máquinas, buscando reduzir recursos de baixa eficiência;
- e) integração: tomada de decisões em conjunto, uso de sistemas em comum e troca/compartilhamento de informações;
- f) inovação: desenvolvimento de novas soluções e ideias, buscando atender novos requisitos ou necessidades já existentes de forma a propor melhorias / otimizar;
- g) velocidade: habilidade de responder rapidamente às variações e incertezas de mercado, entregando / oferecendo aquilo que melhor atender aos requisitos dos clientes;
- h) flexibilidade: modo como a organização reage e resolve as variações / incertezas;
- i) estoques em tempo real: evita a falta de materiais e produtos para atender seus clientes ou o excesso de estoque, por meio do controle em tempo real;
- j) transparência: habilidade de agir corretamente, sempre comunicando e informando problemas ou dificuldades. Desta forma, disrupções ao longo da cadeia de suprimentos são evitadas;
- k) custos: redução de custos em quase todas as áreas envolvidas gerada não somente pelo uso tecnológico, mas principalmente pela forma como a cadeia de suprimentos é gerenciada;
- l) escalabilidade: otimização de processos e duplicação de processos, facilitando a detecção de desvios e erros;
- m) proatividade: ações tomadas de forma proativa e evitando disrupções;
- n) sustentabilidade: implementação de práticas e ações de forma a tornar a cadeia de suprimentos mais sustentável.

Estas características se fazem presentes nas CSD e a tecnologia da informação se apresenta de forma essencial para a eficiência das CS

GUNASEKARAN; NGAI (2004). Wu et al. (2016) também reforça sua importância, visto o aumento de demanda e a necessidade de respostas, cada vez mais rápidas, às mudanças de mercado. Além destas vantagens, no QUADRO 8 são apresentados os principais benefícios das cadeias de suprimentos digitais.

QUADRO 8 – BENEFÍCIOS DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Benefícios CSD	Butner (2010)	Wu et al. (2016)	Ben-Daya, Hassini e Bahroun (2017)	Büyükoçkan e Göçer (2018)	Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019)	Gupta et al. (2019)	Frank, Dalenogare e Ayala (2019)
Eficiência	X	X	X	X	X	X	X
Tomada de decisão	X	X	X	X	X	X	X
Flexibilidade / adaptabilidade	X	X	X	X	X	X	X
Integração	X	X	X	X	-	X	X
Acompanhamento remoto em tempo real	-	X	X	X	X	X	X
Aquisição e transmissão de dados	-	X	X	X	-	X	X
Redução / gestão de riscos	X	X	X	X	X	-	-
Customização	X	-	-	X	-	X	X
Automação	X	X	-	X	-	X	-
Agilidade	X	X	-	X	-	X	-
Redução de custos	X	X	-	-	-	-	X
Redução / gestão da complexidade	-	X	X	-	X	-	-
Entrega final	-	-	-	X	-	-	X
Fonte única de informações	-	-	-	-	X	-	-

FONTE: A autora (2020).

Os principais benefícios apresentados pelos autores apontados são: eficiência, tomada de decisão e flexibilidade / adaptabilidade. Todos estes benefícios têm como base os outros pois, para se obter flexibilidade e tomar decisões se faz necessário acompanhar as informações em tempo real, ter integração entre as áreas interessadas, obter dados e gerenciar os riscos.

A digitalização da cadeia de suprimentos têm contribuído, consideravelmente, na tomada de decisões assertivas; atendimento da demanda e mudanças com base nas necessidades do mercado e com os riscos mapeados; flexibilidade para mudanças, adaptação e customização de produtos, serviços e processos; e integração entre os envolvidos frente à globalização dos negócios, melhorando a troca de informações, comunicação e gestão da complexidade (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GUPTA et al., 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; WU et al., 2016; BUTNER, 2010).

Além disso, a automação de atividades operacionais aumenta a qualidade e performance dos produtos, serviços e processos, aumentando a agilidade e reduzindo erros, retrabalhos e, conseqüentemente, custos (GUPTA et al., 2019; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; WU et al., 2016; BUTNER, 2010).

Outros dois benefícios apontados estão relacionados à entrega final dos produtos, que vem se tornando cada vez mais automatizada e permite o acompanhamento de toda a entrega pelo cliente desde o pedido, e o uso de uma única fonte para aquisição dos dados, que resulta na padronização de sistemas e acessos utilizados (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

Com relação às dimensões das cadeias de suprimentos digitais, Farahani, Meier e Wilke (2017) desenvolveram estudos e pesquisas bibliográficas e descreveram um total de 6 (seis) dimensões de CSD. Na FIGURA 9 estas são apresentadas e explicadas na sequência, mostrando suas características e importância em CSD.

FIGURA 9 – DIMENSÕES DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS



FONTE: Adaptado de FARAHANI; MEIER; WILKE (2017).

A mensuração da performance digital está relacionada ao controle da cadeia de suprimentos digital por meio de indicadores, obtendo acesso à informações de todas as áreas envolvidas, facilitando a resolução de problemas e tomadas de decisões (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). A dimensão de TI digital e tecnologia tem como objetivo a redução de infraestruturas físicas de tecnologia (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). Segundo os autores, esta dimensão está relacionada ao uso de computação em nuvem, buscando reduzir o gerenciamento de grandes infraestruturas e otimizar as cadeias de suprimentos.

Fornecedores digitais tem relação quanto ao uso de plataformas digitais para a troca de informações, em tempo real, com fornecedores a respeito da produção, estoques, pedidos, armazenamento, entregas, entre outros (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). Ainda de acordo com os autores, a plataforma também pode conter informações de requisitos necessários para contratação e validação dos fornecedores, bem como dados contratuais entre as organizações.

Sistemas digitais de produção envolvem não somente manufatura aditiva e o uso de impressoras 3D (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). Segundo os autores, os sistemas digitais também estão relacionados ao uso de máquinas inteligentes ao longo do sistema de produção, de forma a aumentar a confiabilidade dos equipamentos e na geração de indicadores que contribuem para manutenções preditivas e nos requisitos / qualidade dos produtos. Ainda para os autores, também se destacam os chamados produtos inteligentes, que gravam informações de suas características e processos de produção, facilitando a rastreabilidade em casos de

necessidade de verificar a produção de um lote específico e/ou alterações nas configurações de produção.

Transporte com geo-localização, uso de realidade aumentada em armazéns e produção, bem como o comissionamento e embalagens automatizadas fazem parte da dimensão de logística e estoques digitais (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). Com a aplicação destas tecnologias, a rastreabilidade de produtos é facilitada, além de permitir maior flexibilidade para responder, rapidamente, às alterações do mercado, aumentar o controle sobre os processos e operações e reduzir falhas humanas (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017).

Por fim, clientes digitais envolvem, principalmente, análises de comportamento, padrões de consumo, histórico digital de produção e análise de tendências (FARAHANI; MEIER; WILKE, 2017). O uso de plataformas digitais com clientes também permite acesso à informação aos mesmos, como acompanhar a entrega de produtos e atender demandas específicas, como plataformas de customização (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

Com base nestas dimensões, características e nos estudos voltados à CSD, modelos vêm sendo desenvolvidos, buscando exemplificar e estruturar as mesmas, facilitando seu entendimento, mostrando formas de implementação, visto se tratar de um tema recente e existirem poucas pesquisas relacionadas à sua caracterização e meios de aplicação em organizações (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

2.3.1 Modelos de cadeias de suprimentos digitais flexíveis

Nesta seção serão apresentados modelos de cadeias de suprimentos digitais flexíveis identificados na literatura, ao longo da leitura de documentos e pesquisas relacionadas às cadeias de suprimentos digitais. Serão apresentados os modelos e explicados, de forma sucinta, o desenvolvimento dos mesmos. Ao final será apresentada uma tabela contendo as vantagens e desvantagens de cada um dos modelos.

Segundo Butner (2010), cadeias de suprimentos digitais são, invariavelmente, mais flexíveis, visto que conectam todas as partes envolvidas na cadeia, permitindo acesso às informações e alterações de demanda rapidamente e, conseqüentemente, a adaptação de processos e atividades.

Büyükoçkan e 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, conforme apresentado na FIGURA 10.

FIGURA 10 – MODELO PARA DESENVOLVIMENTO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS



FONTE: Adaptado de BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER (2018).

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 cadeias de suprimentos digitais. 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).

Os autores desenvolveram o modelo tendo como base as características de CSD, dentre elas a flexibilidade, estando relacionada, principalmente, à gestão da cadeia de suprimentos e a necessidade em responder, de forma ágil, às mudanças e demandas de clientes. Na FIGURA 11 são apresentadas as áreas de implementação de CSD e suas respectivas necessidades / relações.

FIGURA 11 – MODELO DE INTEGRAÇÃO DE CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS



FONTE: Adaptado de BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER (2018).

No modelo da FIGURA 11, os autores desenvolvem o modelo de base, expandindo e acrescentando características e detalhes que são fundamentais para a implementação e consolidação de CSD. A digitalização, conforme apresentado, pode ser dividida entre digitalização estratégica, experiência do cliente, produtos e serviços, organizações e cultura e operações. A digitalização estratégica é a principal diretriz a ser definida, visto que, sem um propósito, cada área irá desenvolver processos digitais com objetivos distintos, ocasionando a inutilização dos mesmos, decorrentes da falta de integração e definição clara de meta padrão. Após definida a estratégia, o

desenvolvimento é facilitado, e estende-se para as características de organizações e cultura, produtos e serviços e operações.

O segundo passo após definida a estratégia trata-se da organização e cultura, ou seja, realizar a capacitação dos colaboradores – começando dos níveis hierárquicos mais altos – para que a cultura da digitalização seja disseminada em toda a organização. Em seguida, a digitalização operacional trata-se do uso de ferramentas tecnológicas para aprimorar e automatizar as atividades operacionais. Estas ferramentas podem ser IoT, *big data*, robôs, veículos autônomos, entre outros, exigindo certo nível de capacitação e conhecimento para operação e interpretação de informações para tomada de decisão.

Produtos e serviços digitais estão relacionados à experiência do cliente, visto que sua concepção e o processo de desenvolvimento é embasado no cliente e em suas necessidades, buscando melhor atendê-las. É importante que os produtos e serviços digitais atendam às necessidades dos clientes, tenham tempo de vida estendido, sem reduzir qualidade e efetividade, estejam conectados com outros dispositivos e sejam customizados e personalizados. Com isso, a experiência digital do cliente começa a ser trabalhada. Porém, é preciso que, ao longo deste processo, a organização entenda seu cliente e ofereça produtos e serviços adequados ao seu nível de entendimento e conhecimento.

A implementação tecnológica, por sua vez, está relacionada à facilitadores tecnológicos, sistemas de gestão de projetos, relação tecno-humana e infraestrutura tecnológica. Nesta característica, estão definidas as etapas que irão suportar a implementação tecnológica, iniciando pelos facilitadores de processos, produtos e oferecendo soluções tecnológicas para solução de problemas e atividades diárias. A implementação exige preparo, estudo, pesquisa, desenvolvimento, testes e etapas, que são definidas através da gestão do projeto de transformação da cadeia de suprimentos convencional para a digital. A organização também deve dispor de certa infraestrutura, capaz de suportar processos, produtos e serviços, oferecendo ativos capazes de atender às necessidades e demandas do processo de implementação. Por fim, há a necessidade de capacitar os colaboradores adequadamente, visando integrá-los e, conseqüentemente, adequá-los a nova cultura organizacional.

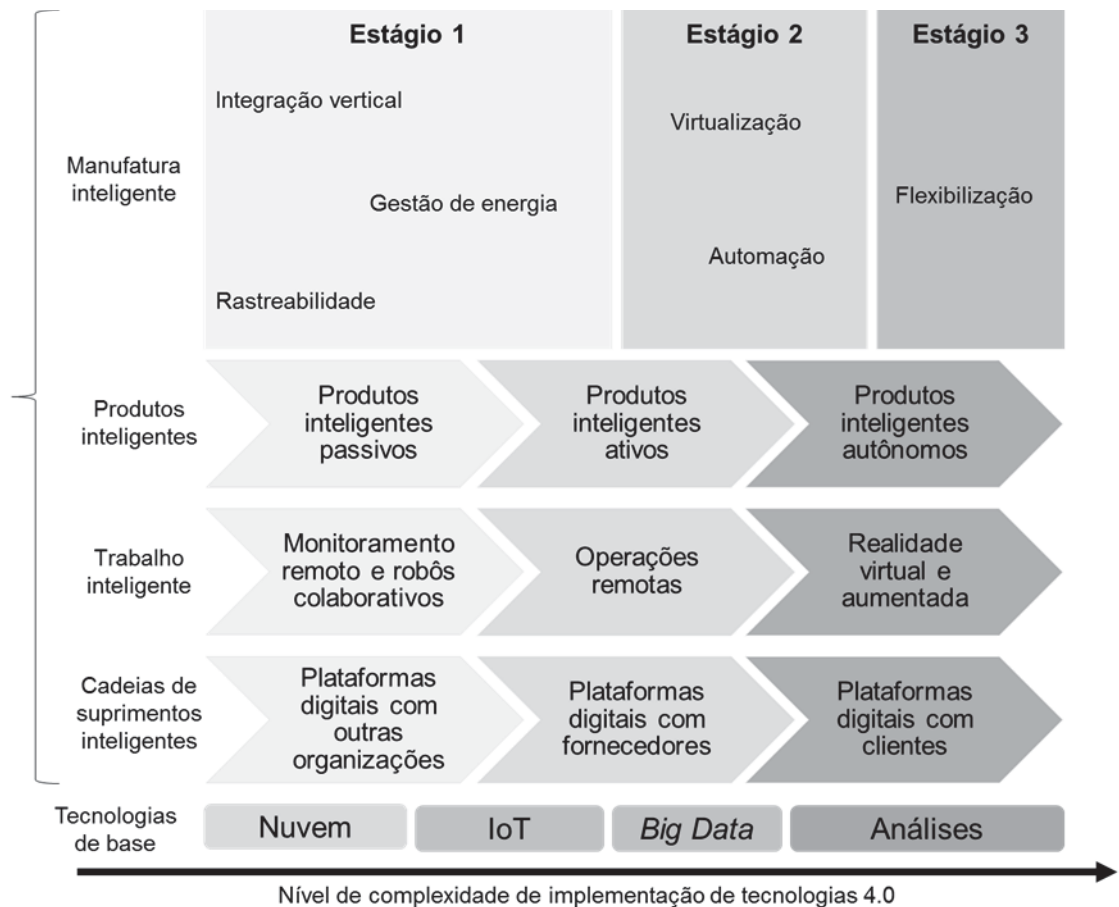
A característica de gestão da cadeia de suprimentos é relacionada à integração, automação, reconfiguração, análise e definição de processos na CS. A integração diz respeito à troca de informações, em tempo real, entre às diversas áreas

que compõem a CS – internas e externas à organização – e coordenação e divisão de recursos. Através da automação de processos, parte da integração é, automaticamente, proporcionada. Além disso, a automação está presente no uso de robôs, máquinas autônomas e desenvolvimento de processos inteligentes.

A reconfiguração da cadeia de suprimentos diz respeito à mudanças estruturais da organização – nível hierárquico -, reconfiguração da cadeia de suprimentos como um todo (fornecedores, distribuidores, clientes, entre outros) e à interoperabilidade. A análise da CS está relacionada, principalmente ao uso das tecnologias e da digitalização para a tomada de decisões e acompanhamento das operações em tempo real, otimização de processos e obter previsões antecipadas dos processos, desenvolvimento dos mesmos e possíveis problemas que possam surgir. Por fim, os processos da cadeia de suprimentos são divididos em etapas lógicas e sequenciais, sendo estas: planejamento; fonte de informações; fazer; entregar e retornar. Todas estas características e etapas – digitalização, implementação tecnológica e gestão da cadeia de suprimentos – são desenvolvidas com foco em flexibilidade, gestão de riscos, robustez e desenvolvimento de cadeias de suprimentos cada vez mais resilientes.

O primeiro modelo apresentado envolvendo a flexibilidade e cadeias de suprimentos digitais é proposto por Frank, Dalenogare e Ayala (2019). O modelo foi desenvolvido tendo como metodologia a aplicação de *survey* em indústrias de manufatura, tendo como objetivos identificar quais as principais tecnologias inteligentes aplicadas à indústria manufatureira (sensores, inteligência artificial, linhas flexíveis, entre outras), nível de adoção de tecnologias para produtos inteligentes (conectividade, monitoramento, controle, entre outros), nível de adoção de tecnologias em cadeias digitais e de tecnologias de base (IoT, *cloud*, *big data* e *analytics*). O resultado é apresentado no modelo da FIGURA 12.

FIGURA 12 – MODELO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

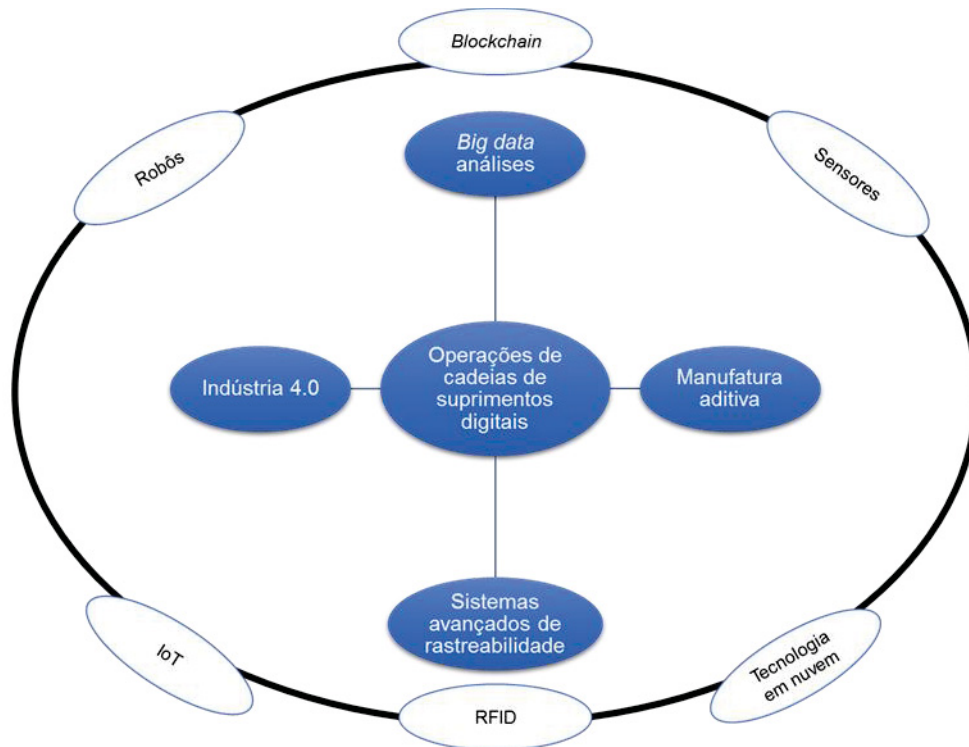


FONTE: Adaptado de FRANK; DALENOGARE; AYALA (2019).

A proposta dos autores foi desenvolver um modelo que apresenta a complexidade da adoção das tecnologias 4.0 em indústrias de manufatura, levando em consideração às seguintes dimensões: manufatura inteligente, produtos inteligentes, cadeias de suprimentos inteligentes e trabalho inteligente. Como tecnologias de base foram definidas IoT, *cloud services*, *big data* e *analytics*. Além disso, os autores dividem a implementação de acordo com o nível de complexidade, estando a flexibilização da produção em um dos níveis mais complexos do modelo proposto.

Outro modelo de cadeia de suprimentos digital é proposto por Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019), que relaciona à aplicação das tecnologias à diferentes áreas da cadeia de suprimentos, objetivando o gerenciamento dos riscos. O modelo da FIGURA 13 é simplificado, estando este relacionado à gestão de riscos na cadeia de suprimentos e tecnologia.

FIGURA 13 – MODELO DE GESTÃO DE RISCOS EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS



FONTE: Adaptado de IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV (2019).

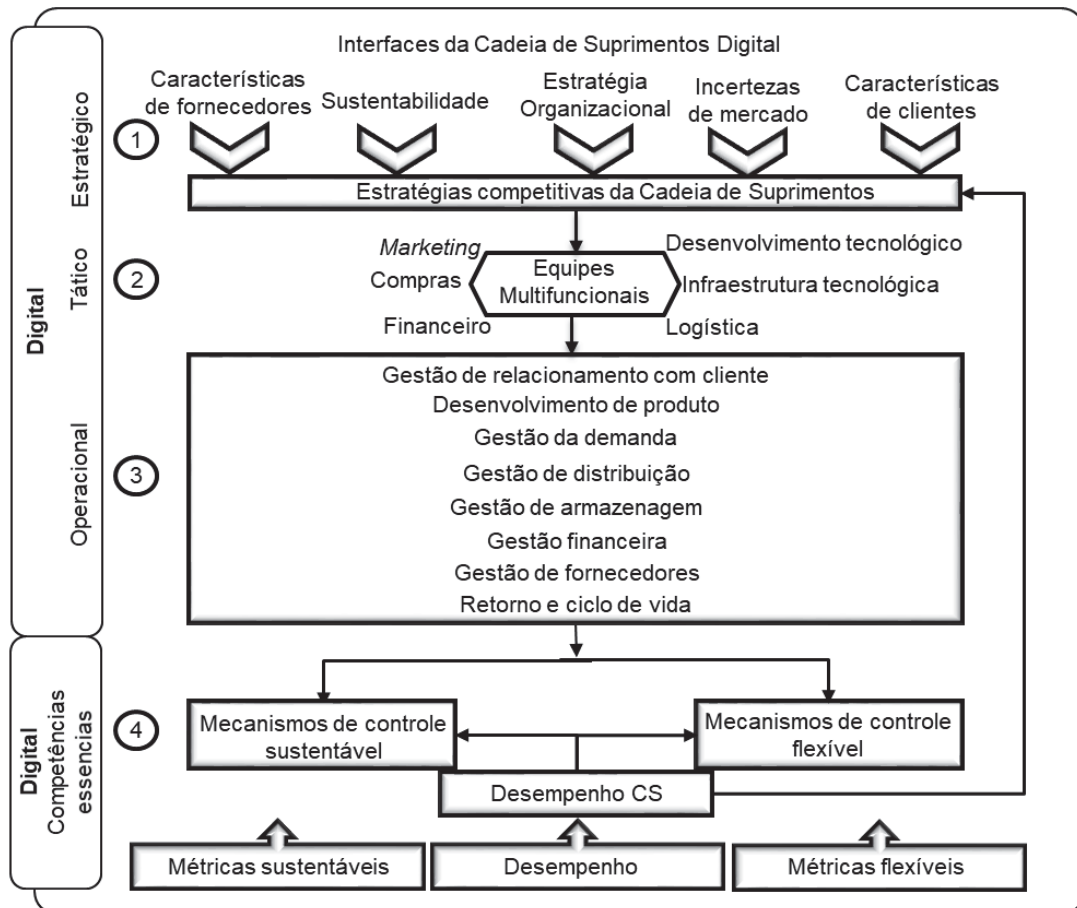
No processo de desenvolvimento dos modelos, os autores relacionaram as tecnologias, os riscos das cadeias de suprimentos e o efeito cascata com base nos seguintes princípios: redundância, flexibilidade, robustez e resiliência. O modelo é composto por 3 partes principais, sendo uma delas a *cyber supply chain*, a qual está relacionada a aquisição e gestão de dados de vendas, manufatura, logística e materiais de suprimentos de forma totalmente digital, utilizando as ferramentas adequadas para sua aquisição, integração e armazenagem.

Também são utilizados sistemas de análise da cadeia de suprimentos, que auxiliam na tomada de decisões e gestão de riscos. A segunda parte, chamada de *physical supply chain*, está relacionada às áreas, físicas que compõem a cadeia de suprimentos, sendo estas: fornecedores, fábrica, atacado e varejo. Por fim, a última parte do modelo proposto pelos autores está relacionada à análise de riscos na cadeia de suprimentos. A análise de riscos envolve, além da análise, a modelagem / simulação, controle e aprendizado.

Por fim, o último modelo identificado e utilizado como base nesta pesquisa é o modelo proposto pelos autores Seleme, Zattar e Detto (2020), por se tratar do modelo mais recente e completo identificado, visto que relaciona o uso das

tecnologias digitais da indústria 4.0 nas cadeias de suprimentos tendo a flexibilidade como uma das competências essenciais das CSD, conforme apresentado na FIGURA 14.

FIGURA 14 – MODELO DE CADEIA DE SUPRIMENTO DIGITAL – FLEXIBILIDADE COMO UMA DAS COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS



FONTE: Adaptado de Seleme, Zattar e Detro (2020).

O modelo proposto pelos autores é baseado em outros já difundidos e bem estabelecidos em literatura, como os modelos de Lambert e Cooper (2000) e Gunasekaran et al (2004) para cadeias de suprimentos (SELEME; ZATTAR; DETRO, 2020). De acordo com os autores, o mesmo foi desenvolvido da necessidade na existência de um modelo que contemplasse todos os aspectos propostos em pesquisas existentes até o momento adicionando a aplicação das tecnologias digitais nos processos, operações e atividades e em todos os níveis da CS – estratégico, tático e operacional – bem como seus impactos.

O modelo é dividido em 4 (quatro) etapas, sendo estas:

- a) 1ª etapa: aspectos identificados como os principais para atingir aos principais objetivos das cadeias de suprimentos, sendo estes as características de fornecedores e clientes, sustentabilidade, definição da estratégia organizacional e incertezas de mercado;
- b) 2ª etapa: funções chave da cadeia de suprimentos, sendo estas *marketing*, compras, finanças, desenvolvimento e infraestrutura tecnológica e logística, sendo indispensável a integração e equipes multifuncionais para que os objetivos sejam atingidos de forma mais eficiente;
- c) 3ª etapa: definição dos principais processos das cadeias de suprimentos, sendo estas a gestão de relacionamento com o cliente, desenvolvimento de produto, gestão de demanda, gestão de distribuição, gestão de armazenagem, gestão financeira, gestão de fornecedores e retorno e ciclo de vida;
- d) 4ª etapa: mensuração da cadeia de suprimentos, estabelecendo métricas voltadas ao desempenho, sustentabilidade e flexibilidade.

Os modelos discutidos foram desenvolvidos com base nas características identificadas das CSD. No QUADRO 9 os modelos foram relacionados às características que os mesmos apresentam.

QUADRO 9 – RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DAS CSD E OS MODELOS IDENTIFICADOS

Características das CSD	Büyüközkan e Göçer (2018)	Frank, Dalenogare e Ayala (2019)	Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019)	Seleme, Zattar e Detro (2020)
Instrumentos	-	X	X	X
Interconectividade	X	X	X	X
Inteligência	X	X	X	X
Automação	-	X	X	X
Integração	-	X	X	X
Inovação	X	-	-	X
Velocidade	X	X	X	-
Flexibilidade	X	X	X	X
Estoques em tempo real	X	X	X	-
Transparência	X	X	X	-
Custo	X	-	-	X
Escalabilidade	X	X	-	
Proatividade	X	-	-	
Sustentabilidade	X	-	-	X

FONTE: A autora (2020).

2.3.2 Principais ferramentas das CSD

A visibilidade das operações, serviços, produtos e processos em qualquer área se tornou imprescindível e vital, não sendo diferente nas cadeias de suprimentos (BUTNER, 2010). De acordo com o autor, o acompanhamento de todas as partes da cadeia de suprimento tem se tornado indispensável, tanto para gestores quanto para clientes, que desejam saber o *status* de seus serviços e produtos ao longo das etapas. Além da visibilidade, cadeias de suprimentos digitais oferecem maiores ferramentas para a gestão de riscos, planejamento de contingências, integração e otimização.

Entretanto, esses benefícios apresentados somente são alcançados dado a utilização de ferramentas que as tornam mais eficientes pois, através da aplicação destas tecnologias, é possível a gestão de processos por meio da criação, aquisição, organização, armazenagem, distribuição e uso das informações coletadas de modo mais assertivo e eficaz, conectando atividades e processos (VICKERY et al., 2010; WU et al., 2016). Dentre as existentes, por meio da revisão da literatura, são apresentadas as ferramentas citadas em cadeias de suprimentos digitais no QUADRO 10.

QUADRO 10 – FERRAMENTAS APLICADAS À CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Ferramentas digitais	Butner (2010)	Wu et al. (2016)	Farahani, Meier e Wilke (2017)	Bienhaus e Haddud (2018)	Büyükoçkan e Göçer (2018)	Frank, Dalenogare e Ayala (2019)	Ivanov; Dolgui; Sokolov (2019)	Ramirez-peña et al. (2020)
<i>Big data</i>		x	x	x	x	x	x	x
Internet das coisas		x	x	x	x	x	x	x
Computação em nuvem			x	x	x	x	x	x
Sensores	x			x	x	x	x	x
Máquinas inteligentes		x	x			x	x	
Robótica			x		x	x	x	x
Veículos autônomos			x		x	x	x	x
Simulação	x						x	x
Manufatura aditiva			x		x	x	x	x
RFID	x			x			x	
Realidade aumentada					x		x	x
Mineração de dados		x				x		
Canais onipotentes					x			
Aeronaves autônomas					x			
Nanotecnologia					x			
Atuadores	x							
Ciber segurança				x				x
Inteligência artificial				x				
<i>Blockchain</i>							x	x

FONTE: A autora (2020).

Dentre as ferramentas identificadas, as que aparecem em destaque são as que servirão de base para este estudo. A escolha foi realizada com base na importância das mesmas e quantidade de citações.

O *big data* é uma das principais ferramentas tecnológicas no contexto da 4ª revolução industrial, sendo resultado dos dados coletados por sistemas e objetos – podendo estes serem estruturados, semiestruturados ou não estruturados – e, aliado à análise permite a otimização de processos, simulação de diferentes cenários e eventos, contribuindo para a tomada de decisões (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; WU et al., 2016). Ainda de acordo com os autores, é importante ressaltar a importância da correta análise dos dados visto o volume e a quantidade de dados gerados. Desta forma, a tomada de decisão deve ser tomada após análise e mineração dos dados, resultando em maior visibilidade nas cadeias de suprimento.

A internet das coisas (*Internet of Things – IOT*), por sua vez, é uma das ferramentas com maior aplicabilidade e uso, até mesmo no dia a dia das pessoas (ABDEL-BASSET; MANOGARAN; MOHAMED, 2018; RAMIREZ-PEÑA et al., 2020). A Internet das Coisas trata-se de uma rede de objetos físicos digitalmente conectados para detectar, monitorar e interagir ao longo da cadeia de suprimentos, permitindo agilidade, visibilidade, rastreamento e compartilhamento de informações para facilitar o planejamento, controle e coordenação dos processos e operações (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019). Ainda de acordo com os autores, a IOT também engloba o uso de RFIDs, sensores e atuadores, integrando objetos por meio da conexão da internet.

A computação em nuvem – *cloud computing* – trata-se de uma rede de serviços virtuais onde informações são armazenadas em servidores da internet e podem ser acessados em qualquer lugar, a qualquer momento e permitindo a integração de diferentes dispositivos, troca de informações e controle de atividades (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

Os veículos autônomos também possuem grande representatividade e são caracterizados pelo uso de sensores que detectam o ambiente ao redor, permitindo a condução dos mesmos e tomadas de decisão sem intervenção humana (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018a). Os mesmos oferecem maior produtividade em linhas de produção, manuseio de produtos em armazéns, agricultura, saúde,

manufatura e distribuição (RAMIREZ-PEÑA et al., 2020). Ainda de acordo com os autores, *softwares* de simulação são utilizados juntamente aos veículos autônomos, visto que contribuem para a simulação de diversas possibilidades no mundo real, gerando a melhor escolha com base nas informações simuladas.

Além desta aplicabilidade, as simulações permitem aos gestores das cadeias de suprimentos projetar os impactos em custos, nível de serviço, tempo e qualidade de diferentes alterações de mercado ou decisões estratégicas tomadas (BUTNER, 2010). Os dados utilizados para simulação são advindos dos coletados por meio de sensores e máquinas ou podem ser inseridos para análise de diversas situações inesperadas, verificando o comportamento de todos os elos da cadeia e quais as melhores soluções propostas para cada um dos cenários simulados, tornando-as mais resilientes (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019). Adicionalmente, as informações resultantes dos cenários de simulação fornecem o direcionamento ideal – desde que os dados e toda a projeção tenha ocorrida de forma correta – para decisões estratégicas (RAMIREZ-PEÑA et al., 2020).

A manufatura aditiva diretamente relacionada à impressão 3D (BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019), com aplicação em diferentes estágios da cadeia de suprimentos, aumentando a flexibilidade nas operações de fabricação e customização / personalização dos produtos e reduzindo *lead times* e estoques.

Por fim, o *blockchain* é definido como um banco de dados digital, onde dados de transações e registros são armazenados, em ordem cronológica, resultando em uma cadeia de dados inviolável, tendo 4 (quatro) principais características: descentralização, segurança, auditabilidade e execução inteligente.

Conforme apresentado, as práticas estão diretamente relacionadas a diferentes operações das cadeias de suprimentos e operadores logísticos, sendo estas a gestão de demanda e relacionamento com clientes, desenvolvimento de produtos / serviços, armazenagem, distribuição e gestão financeira e de riscos e logística reversa (Dolgui et al. 2018; Ivanov et al. 2018). Na sequência, serão apresentadas a relação das tecnologias em cada uma das práticas e de que forma cada tecnologia é aplicada e seus benefícios, de acordo com as pesquisas identificadas.

O Big Data, conforme apresentado na literatura desta pesquisa, apresenta-se como uma das principais ferramentas digitais, dado o volume de dados que podem ser adquiridos por meio do mesmo, permitindo aumentar a vantagem competitiva em relação ao mercado (Ramirez-Peña et al. 2020, Buyukozkan and Gocer 2018; Gawankar et al. 2019).

De acordo com os autores, dado a quantidade de pessoas que utilizam a internet ao redor do mundo e a quantidade de informações compartilhadas e armazenadas em tempo real, é possível gerar dados de consumo, tendências, necessidades e variabilidade permitindo que as organizações possam se preparar e tomar as devidas ações voltadas à gestão de demanda – análise de mercado, variabilidade, atendimento de necessidades –, relacionamento com o cliente – compartilhamento de dados estruturados, integração, visibilidade de informações ao longo da cadeia, rastreabilidade, rápido retorno –, bem análise de riscos e desenvolvimento de novos serviços com base nas tendências de mercado. Em complemento, de acordo com Gawankar et al. 2019, o uso do big data mostrou melhora nos resultados financeiros de empresas de varejo na Índia, dado o apoio da ferramenta em tomadas de decisão estratégicas a estas organizações.

Em complemento, a coleta de dados simplesmente não é suficiente, sendo esta aliada a análise do mesmo, resultando no que se chama de Big Data Analytics (Dolgui et al. 2018; Frank et al. 2019; Ivanov et al. 2018; Ramirez-Peña et al. 2020). Por meio dos dados adquiridos e armazenagem dos mesmos ao longo do tempo, é possível criar padrões, facilitando as tomadas de decisões. Além disso, com a armazenagem de dados é possível definir novos layouts, flexibilizar a mão de obra e melhorar a assertividade em todas as operações.

A internet of things também se caracteriza por ser uma das principais ferramentas digitais aplicadas pois, por meio do uso de sensores e RFIDs em objetos, promove a integração de toda a cadeia de suprimentos, conferindo maior rastreabilidade e visibilidade de informações aos clientes (Mirkov et al. 2019; Dolgui et al. 2018; Frank et al. 2019; Ivanov et al. 2018; Kamble et al. 2018; Ramirez-Peña et al. 2020).

Por esta razão, de acordo com os autores, o IoT torna-se uma das principais ferramentas, pois permite aos clientes o recebimento das informações em tempo real a respeito dos serviços contratados e localização das cargas. Além da importância no que diz respeito à gestão de demanda e relacionamento de clientes, o uso de sensores

também permite a análise de padrões, que permitem o desenvolvimento e melhoria de atividades, alteração de layouts com base em movimentações, acessibilidade, definição de novos roteiros de entrega / movimentação, de acordo com o fluxo e análise de riscos (Ben-Daya et al. 2017).

A ferramenta cloud computing também integra uma das principais ferramentas utilizadas nas práticas. Esta por sua vez, é uma das principais no que diz respeito à compartilhamento de informações em tempo real, armazenagem de dados e acesso remoto, com custos baixos (Buyukozkan and Gocer 2018; P. Farahani 2017; Frank et al. 2019; Ivanov et al. 2019). Esta ferramenta também permite a integração de dados com diferentes servidores, sendo muito útil para a troca de informações com os clientes, permitindo o envio aos sistemas que cada um faz uso para melhor gestão dos dados.

De acordo com Frank et al. 2019, a combinação do uso das ferramentas IoT e Cloud permite a conexão de diferentes objetos sensorizados, resultando em uma enorme quantidade de dados geradas, resultando, portanto, em Big Data. Com isso, percebe-se a conexão entre estas 3 (três) primeiras ferramentas apresentadas e a importância do uso conjunto das mesmas para potencializar os resultados obtidos, redução de custos e melhor gestão das operações das CS.

O uso de veículos autônomos também vem sendo praticado por algumas organizações, principalmente para o uso para movimentações internas em armazéns e desenvolvimento de algumas atividades que exigem muito esforço humano (Bechtsis et al. 2017; Dossou and Nachidi 2017; P. Farahani 2017). De acordo com os autores, o uso destes veículos, apesar do alto investimento inicial, possui um bom retorno financeiro, visto a maior precisão nos movimentos e organização de armazéns, além disso, facilita o manuseio de determinados produtos e flexibiliza a mão de obra, além das vantagens sustentáveis no uso destes veículos no trânsito. Outra vantagem está relacionada aos sensores utilizados nestes veículos (integração com a IoT), permitindo a tomada de decisão em situações de congestionamentos e definição da melhor rota a ser seguida. Com relação ao uso de veículos no trânsito, dado o baixo investimento em estrutura que permita o uso dos mesmos com segurança, sua aplicação é baixa.

A manufatura aditiva, de acordo com o identificado na literatura, está diretamente relacionada à impressão 3D (Candi and Beltagui 2019; Dolgui et al. 2018; P. Farahani 2017). Apesar de se tratar de uma tecnologia ainda em desenvolvimento

e de alto custo, as vantagens são inúmeras, dado a flexibilidade que proporciona para a mão de obra, assim como a redução na necessidade de diferentes fornecedores, redução no tamanho dos estoques e lead times contribuindo, conseqüentemente, para a redução de custos (Ivanov et al. 2019; Ramirez-Peña et al. 2020). Ainda de acordo com os autores, a ferramenta pode ser utilizada ao longo do processo de desenvolvimento de novos produtos, para testes e simulações, resultando em maior assertividade no momento de produção em maior escala. Por outro lado, conforme destacado por Ramirez-Peña et al. 2020, o uso da impressora 3D pode resultar na criação de novos processos, planejamento e controle de qualidade, podendo tornar a CS mais complexa.

A ferramenta digital de simulação, assim como o big data, IoT e Cloud, é uma de grande representatividade, visto que permite a análise de diferentes acontecimentos em diferentes cenários (Frank et al. 2019; Ivanov et al. 2019; Ramirez-Peña et al. 2020). Por meio das situações criadas, as organizações são capazes de tomar decisões mais assertivas, com maior conhecimento com relação aos possíveis acontecimentos, já propondo planos de ações e tomando as medidas adequadas para evitar perdas e atrasos nas operações. Além de ser utilizada como ferramenta estratégica, a simulação também é aplicada para gerar diferentes cenários e propor novos negócios com base nas necessidades dos clientes permitindo que, tanto a organização quanto o cliente, sejam capazes de realizar a entrada de dados e avaliar diferentes situações e seus resultados. Para a simulação, a IoT e o Big data são fundamentais para que os dados sejam adquiridos e armazenados para serem utilizados.

Por fim, o Blockchain é a ferramenta mais recente e com menos uso até o momento dentre as identificadas na literatura. O objetivo do uso do Blockchain em cadeias de suprimentos digitais está relacionado, diretamente, à transparência, confiabilidade e segurança que confere às operações e transações (Dolgui et al. 2019; Ivanov et al. 2019; Ramirez-Peña et al. 2020). Por meio do blockchain as organizações têm firmado contratos e enviado cobranças à seus clientes, armazenando as informações e compartilhando – com os interessados – ao longo de toda a cadeia de suprimentos, sem a permissão para a exclusão dos dados, o que torna a CS mais transparente e segura.

2.4 OPERADORES LOGÍSTICOS NO BRASIL

O segmento de Operadores Logísticos (OL) vêm crescendo em importância no cenário mundial, sendo motivado por dois principais fatores: aumento da terceirização das funções logísticas e desenvolvimento das cadeias de suprimentos, sendo os OL considerados elos de integração entre as partes da CS (HUANG; FAN; WANG, 2019; RODRIGUES et al., 2018; AGUEZZOUL, 2014; DELFMANN et al., 2014; MARASCO, 2008). Dentre as principais vantagens em contratar organizações que gerenciam e controlam a logística destacam-se: 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 por OL no Brasil. OLs são organizações responsáveis pelo fluxo logístico, tendo competência para prestar, no mínimo, 3 (três) serviços simultâneos: gestão de estoque, armazenagem e gestão de transportes. Assim, a definição de OL, segundo a ABOL (2015) é:

“pessoa jurídica capacitada a prestar, através de um ou mais contratos, por meios próprios ou por intermédio de terceiros, os serviços de transporte (em qualquer modal), armazenagem (em qualquer condição física e regime fiscal) e gestão de estoque (utilizando-se tecnologia adequada)”.

Assim sendo, OL são organizações que realizam atividades logísticas para outras (AGUEZZOUL, 2014; DELFMANN et al., 2014). Conforme apontado por Aguezzoul (2014) e Delfmann et al. (2014) e em estudo desenvolvido pela ABOL, no ano de 2015, em parceria com a KPMG Consulting, Mattos Filho, Veiga Filho, Marrey Jr. e Quiroga Advogados e com a participação técnica e acadêmica da Fundação Dom Cabral (FDC), as atividades desenvolvidas por OL são apresentadas na FIGURA 15 e descritas, de forma resumida, a seguir.

FIGURA 15 – ATIVIDADES DE OPERADORES LOGÍSTICOS



FONTE: Adaptado de ABOL (2015).

- a) gestão de transporte multimodal: recebimento, carga, descarga, expedição, unitização, desunitização, fracionamento, consolidação, desconsolidação, movimentação de cargas, encaminhamento, entrega de contrato, pagamento / auditoria de fatura, realocação de bens de consumo e licitação de carga;
- b) armazenagem: armazenamento, recebimento, montagem, devolução de mercadorias, montagem de kits (*kitting*) e *crossdocking*;
- c) gestão de estoque: previsão, análise de localização, processamento de pedidos, abertura de consultoria de rede / *design de layout*, padronização;
- d) distribuição: separação (*picking*), classificação de triagem (*sorting*), separação, classificação e expedição;
- e) embalagem: *design*, selagem, paletização e marcação / rotulagem (*labeling*);
- f) logística reversa: gerenciamento de fluxo de palhetes, reciclagem, reutilização, gerenciamento de descarte de remanufatura, reparo, teste / fornecimento de produtos, gerenciamento de devolução de remessa.

Estas são as principais atividades que caracterizam OL, sendo estas funções todas desenvolvidas de forma integrada, buscando atender todas as necessidades dos clientes, prestando o melhor serviço. No QUADRO 11 são apresentadas, de acordo com a ABOL a diferença entre prestadores de serviços tradicionais e operadores logísticos.

QUADRO 11 – DIFERENÇAS ENTRE PRESTADORES DE SERVIÇOS TRADICIONAIS E OL

Prestadores de serviços tradicionais	Operadores logísticos
Oferece serviços genéricos - <i>commodities</i>	Oferece serviços personalizados
Tendência de atuação em apenas uma atividade logística	Atua em diversas atividades logísticas, de forma integrada
Tem como objetivo minimizar o custo da atividade contratada	Tem como objetivo reduzir os custos totais das atividades logísticas, melhorar os serviços e aumentar a flexibilidade
Contratos de serviço de curto a médio prazo (6 meses a 1 ano)	Contratos de serviço de longo prazo (5 a 10 anos)
<i>Know-how</i> pode ser limitado e especializado	Ampla capacitação de análise e planejamento logístico e operacional
Negociações rápidas e em nível operacional	Negociações longas e em nível gerencial

FONTE: Adaptado de ABOL (2015).

No ano de 2018, a ABOL desenvolveu uma nova pesquisa, com apoio da FDC, identificando um total de 269 empresas brasileiras que se enquadram no perfil de operadoras logísticas. Ainda de acordo com este estudo, o faturamento anual destas empresas foi de R\$ 81,4 bilhões, quase o dobro do faturamento do ano de 2015 – R\$ 44,3 bilhões – mostrando assim, o crescimento destas empresas nos últimos anos.

Assim, com base nestes dados e considerando o cenário nacional, a escolha de operadores logísticos é justificada, dada sua relevância e as dificuldades e baixos investimentos logísticos no país, fazendo com que estas organizações tenham elevados níveis de planejamento e inteligência, buscando entregar o melhor serviço. Por estas razões, esta pesquisa está limitada à análise da flexibilidade em cadeias de suprimentos de operadores logísticos no Brasil.

Neste capítulo foram apresentados os principais temas abordados nesta pesquisa, sendo estes a flexibilidade, cadeias de suprimentos digitais e cadeias de suprimentos flexíveis, detalhando suas características, principais modelos de CSD e CSF. Por meio da revisão sistemática da literatura, foi possível identificar as

informações desejadas, para compor o embasamento e a fundamentação necessária a esta pesquisa.

Por meio da pesquisa identificou-se que o termo e o conceito de cadeias de suprimentos digitais são novos, havendo poucos estudos existentes nesta área. Entretanto, com base nos estudos identificados, a definição adotada de CSD é de que sistemas inteligentes são adotados, sendo estes capazes de trabalhar com grandes quantidades de dados, com boa comunicação, cooperação e integração, ofertando serviços com maior valor agregado, acessibilidade, consistência, agilidade e eficiência.

Cadeias de suprimentos flexíveis, por sua vez, são necessárias em ambientes de incerteza e variações de demanda e economia. Visam manter o desenvolvimento linear, moldando-o às alterações de mercado, atendendo às demandas dos clientes, sempre com o menor custo e tempo de desenvolvimento, mantendo a qualidade e tornando as cadeias de suprimentos mais resilientes e proativas à riscos e flutuações de mercado. Também são apresentados os principais modelos de CSD e CSF.

Por fim, a unidade de análise desta pesquisa – operadores logísticos – é definida, apresentado a definição deste segmento no Brasil, suas atividades e qual sua representatividade para o país.

Com base nestas informações, o roteiro da entrevista semiestruturada será desenvolvido, buscando validar as informações desejadas, apontadas nos objetivos geral e específicos desta pesquisa. Os resultados serão apresentados no Capítulo 4, sendo apresentadas as relações entre cadeias de suprimentos digitais e flexíveis – conforme dados adquiridos da revisão sistemática da literatura, os resultados da aplicação da entrevista e análise de conteúdo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os métodos aplicados, estabelecendo as diretrizes e etapas que guiaram o desenvolvimento e aquisição dos resultados desta pesquisa. A estrutura para atingir os objetivos é apresentada, seguida da revisão sistemática da literatura e, em seguida, o método de multicaseos com a elaboração e realização das entrevistas semiestruturadas.

3.1 ESTRUTURA DA PESQUISA

O método é composto por um conjunto de procedimentos teóricos e técnicos que permitem atingir resultados e objetivos, sendo este definido com base no propósito do estudo a ser desenvolvido (GIL, 2008; MARCONI; LAKATOS, 2003). Antes da definição do método, o nível da pesquisa precisa ser definido e classificado, para que os procedimentos sejam adequados aos objetivos gerais e específicos. De acordo com Gil (2008), os níveis de pesquisa são: (i) exploratórios: desenvolvem ou modificam ideias, visando criar novas hipóteses a serem estudadas; (ii) descritiva: descrever características de fenômenos ou populações e / ou estabelecer relações entre variáveis; e (iii) explicativa: identifica fatores que implicam em um fenômeno.

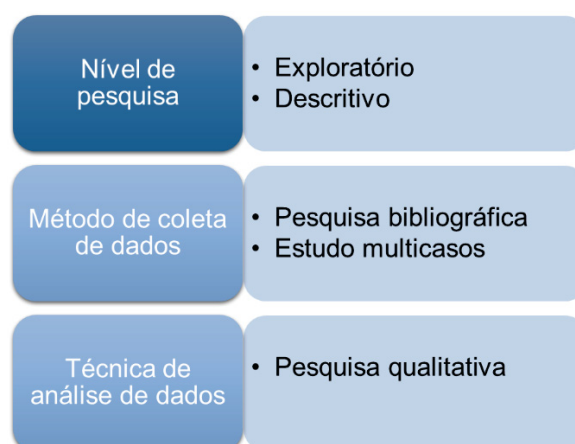
Após definir o nível de pesquisa, é preciso delinear a pesquisa, ou seja, quais os métodos técnicos a serem seguidos para desenvolvimento, análise e interpretação de informações / dados. Os métodos existentes são: (i) bibliográfico: pesquisa em estudos / artigos já publicados; (ii) documental: semelhante à pesquisa bibliográfica, porém utiliza materiais que não tiveram tratamento analítico; (iii) experimental: selecionar um objeto de estudo, definindo variáveis que influenciam no seu comportamento e reproduzindo este ambiente a fim de controlar e avaliar os impactos; (iv) *ex-post-facto*: neste tipo de pesquisa, não é possível controlar as variáveis, visto que o fato observado / analisado, já ocorreu; (v) *survey*: caracteriza-se pelo questionamento do assunto à uma determinada unidade de análise, definida de acordo com o objetivo existente; (vi) estudo de campo: no estudo de campo, as questões propostas são trabalhadas de forma mais aprofundada, pois não deseja-se apenas estabelecer as características de determinada população; e (vii) estudo de caso: caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de determinado objeto / fenômeno permitindo maior conhecimento.

Por fim o estudo pode ser definido como qualitativo ou quantitativo. Estudos quantitativos são caracterizados pelo uso da quantificação dos dados, com seu tratamento e análise baseado em técnicas estatísticas (CRESWELL, 2014; FLOYD J FOWLER, 2014). Ainda de acordo com os autores, o estudo qualitativo ocorre quando as informações da pesquisa não podem ser apresentadas em números e precisam ser analisados indutivamente.

Tendo isso como base, a pesquisa em questão apresenta a combinação de níveis exploratório e descritivo, visto que realiza entrevistas com o intuito de explorar o tema de cadeias de suprimentos digitais e flexibilidade, até então pouco estudado e, conseqüentemente, descrever as informações, estabelecendo características e relações entre os temas.

A coleta das informações se deu através de duas formas: pesquisa bibliográfica e estudo multicase. Por meio da revisão sistemática da literatura, os conceitos dos temas abordados no estudo foram estabelecidos e explorados, servindo de base para a formulação das perguntas de pesquisa e direcionamento da entrevista. Além disso, classifica-se como estudo multicase, visto que os dados obtidos por meio da pesquisa bibliográfica foram validados através de entrevistas semiestruturadas aplicadas em organizações de operações logísticas. Na FIGURA 16 é apresentada a estrutura desta pesquisa.

FIGURA 16 – ESTRUTURA DA PESQUISA

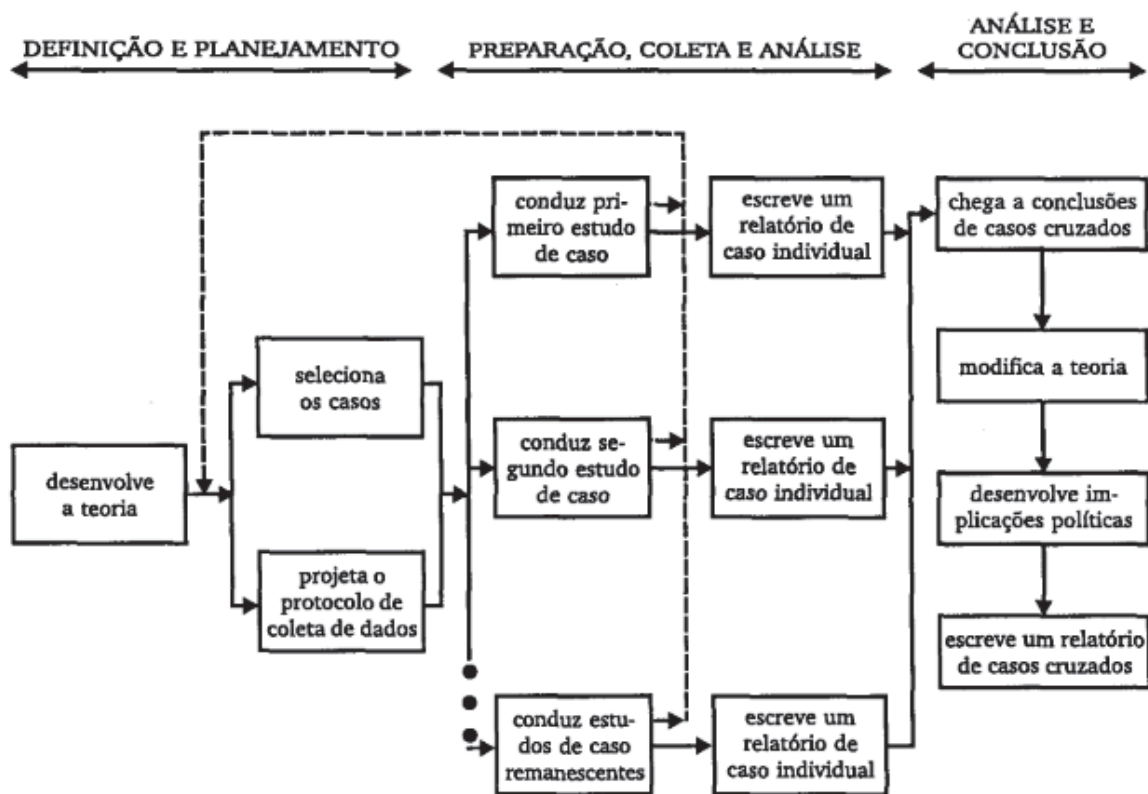


FONTE: A autora (2020).

Os estudos multicase ou de casos múltiplos possuem resultados considerados mais convincentes e robustos, visto que são aplicados em mais de um

caso, podendo ser aplicado com o intuito de obter maior número de resultados semelhantes ou resultados contrastantes para análise e comparação (YIN, 2001). O autor ainda reforça a importância em se manter uma lógica de replicação em cada um dos estudos, para que os resultados não sejam afetados por divergências na aplicação. Na FIGURA 17 é apresentado o método dos estudos multicase definido por Yin (2001) e utilizado como guia para este estudo.

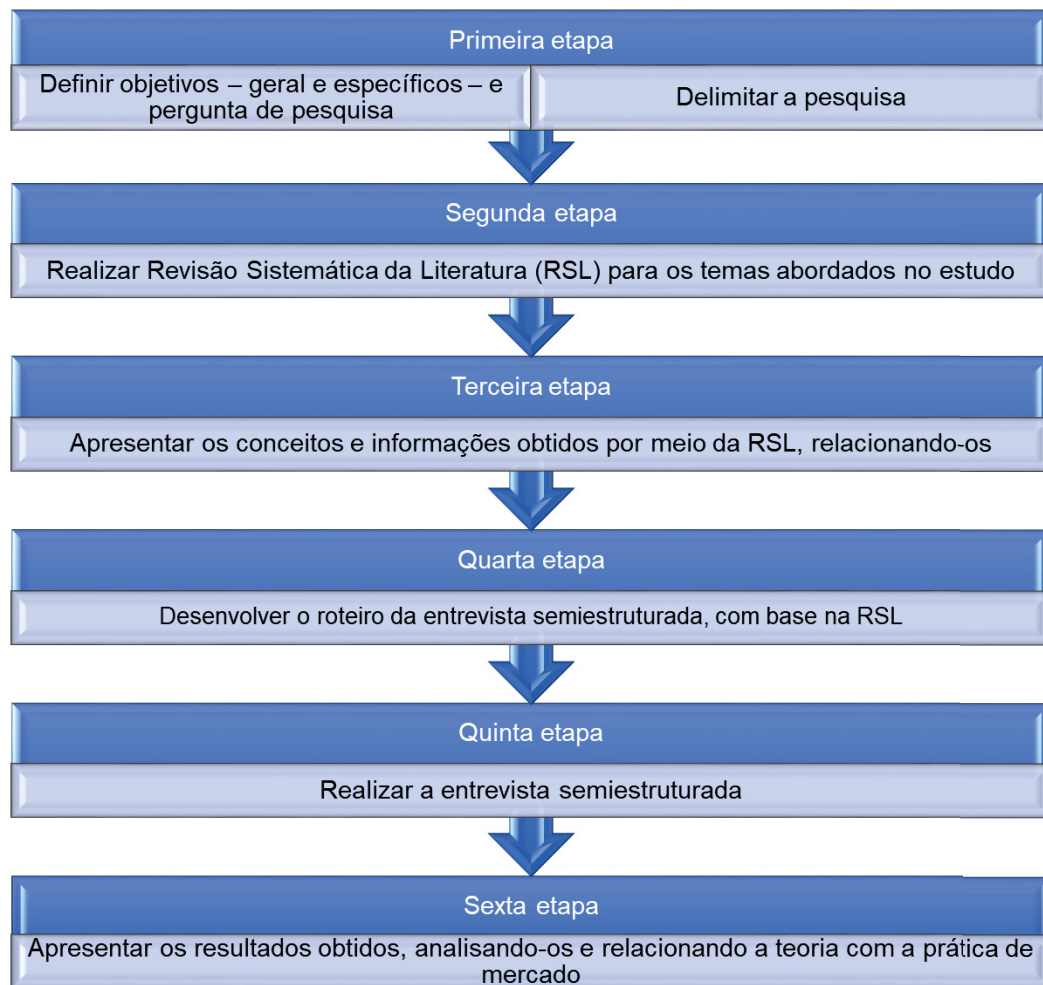
FIGURA 17 – MÉTODO DE ESTUDO MULTICASOS



FONTE: Yin (2001).

Por fim, os resultados da pesquisa não podem ser quantificados, sendo caracterizada como qualitativa, por meio da análise de conteúdo. Uma vez definido o método da pesquisa, as etapas estabelecidas para cumprir os objetivos propostos e responder à pergunta desta pesquisa são apresentadas na FIGURA 18.

FIGURA 18 – ETAPAS DA PESQUISA



FONTE: A autora (2020).

3.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

De acordo com Creswell (2014), a revisão sistemática da literatura (RSL), proporciona ao pesquisador acompanhar o resultado de outros, analisando as tendências, *gaps* de pesquisa ou estendendo pesquisas não finalizadas. Ainda de acordo com o autor, a revisão sistemática da literatura possui 4 tipos principais: integrar diferentes opiniões dos pesquisadores; fazer uma revisão crítica de pesquisas anteriores; relacionar assuntos similares; e identificar problemas / assuntos principais de algum tema específico.

Para esta pesquisa a revisão sistemática da literatura tem como objetivo a de integrar a opinião de diferentes pesquisadores, definindo conceitos e relacionando assuntos semelhantes. As etapas de pesquisa de conteúdo teórico, visando a obtenção de documentos relevantes, para embasamento e desenvolvimento

adequado da pesquisa em questão, foi construída e desenvolvida de acordo com as etapas propostas e definidas por Kitchenham (2004), sendo estas:

1. planejar a revisão;
2. realizar a revisão;
3. documentar a revisão.

Nesta seção serão apresentadas da RSL, descrevendo os passos realizados, análises, interpretações e refinamento de busca.

3.2.1 Planejar a revisão

A etapa de planejamento da revisão da literatura (Kitchenham, 2004) visa identificar a necessidade da revisão – perguntas de pesquisa, objetivos -, e desenvolver um protocolo de revisão, visando especificar o método de pesquisa utilizado e o passo a passo realizado.

A identificação de necessidade e relevância da pesquisa foi realizada previamente, onde foram realizadas buscas referentes a proposta e objetivos desta pesquisa, mitigando riscos de desenvolver uma pesquisa duplicada. Esta pesquisa prévia também foi utilizada para assegurar a relevância do tema. Em seguida, definiu-se o protocolo de revisão a ser seguido, sendo este:

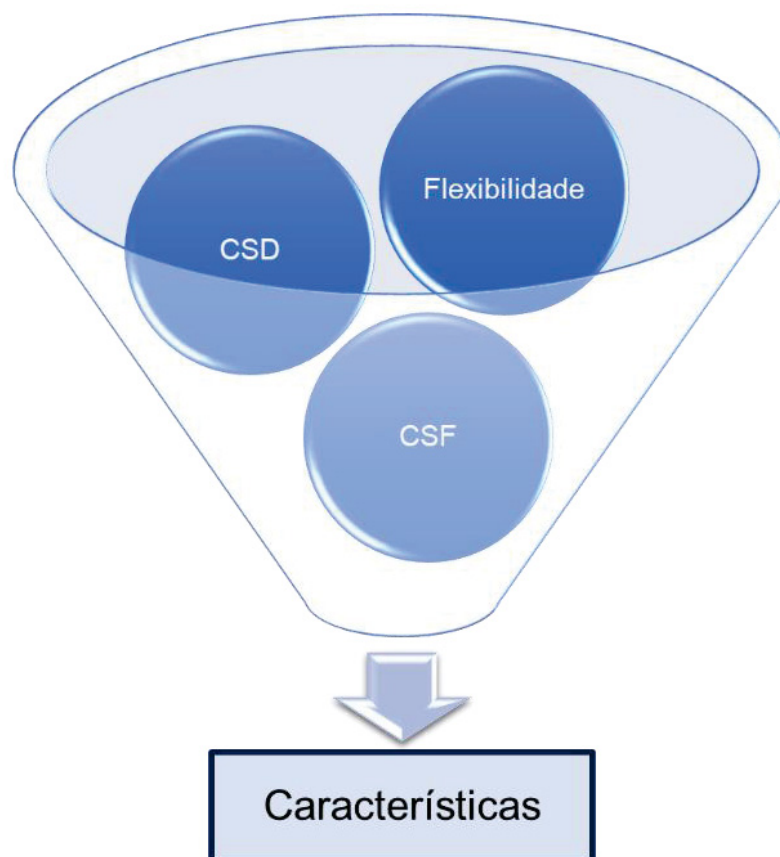
- a) definir palavras-chave;
- b) definir bases de busca de documentos;
- c) definir o período de pesquisas;
- d) definir os tipos de documentos;
- e) remover artigos duplicados;
- f) definir a classificação e escopo dos periódicos;
- g) realizar a leitura dos resumos dos documentos;
- h) realizar a leitura integral dos artigos selecionados na etapa anterior.

3.2.2 Realizar e documentar a revisão

A segunda etapa consiste, de acordo com Kitchenham (2004), em aplicar o protocolo de revisão desenvolvido, selecionar os estudos relevantes ao tema da pesquisa, avaliando a qualidade dos mesmos, extrair e sintetizar os dados verificados.

Na FIGURA 19 são apresentadas as relações entre os principais temas desta pesquisa – flexibilidade, cadeias de suprimentos digitais e cadeias de suprimentos flexíveis – e quais as informações desejadas através desta revisão. Com base nestes temas, as palavras-chave foram definidas, visando abranger todas as pesquisas e estudos já desenvolvidos e relacionados a este escopo.

FIGURA 19 – RELAÇÃO ENTRE OS TEMAS ABORDADOS



FONTE: A autora (2020).

As palavras-chave definidas para a pesquisa foram: 1) *flexibility*, 2) *supply chain*, 3) *logistic*, 4) *flexible*, 5) *digital supply chain*, 6) *Supply chain 4.0*, 7) *flexib**, 8) *Smart* e 9) *Technol**. Foram realizadas combinações *booleanas* entre as palavras-chave, sendo estas apresentadas no QUADRO 12 e QUADRO 13. A procura foi direcionada para os títulos, resumos e palavras-chave dos documentos. As combinações têm como principal finalidade direcionar a procura de documentos relacionados ao tema da pesquisa facilitando as análises das etapas seguintes.

QUADRO 12 – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA CADEIAS DE SUPRIMENTOS DIGITAIS

Eixo 1 – palavras-chave		Operador Booleano	Eixo 2 – palavras-chave
Termos	Operador Booleano		Termo
“Digital Supply Chain”	OR	AND	“Flexib**”
“Smart”			
“Technol*”			
“Supply Chain 4.0”			

FONTE: A autora (2020).

As palavras-chave foram definidas com base na leitura de pesquisas já desenvolvidas sobre o tema. Com base nestes estudos e aliando aos principais temas relacionados a esta pesquisa as principais palavras-chave foram escolhidas. Ao longo do desenvolvimento do trabalho, outras palavras e termos característicos foram identificados e incorporadas às combinações.

QUADRO 13 – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA PARA CADEIAS DE SUPRIMENTOS FLEXÍVEIS

Eixo 1 – palavras-chave	Operador Booleano	Eixo 2 – palavras-chave
“Flexibility”	AND	“Supply chain”
“Flexibility”		“Logistic”
“Flexible”		“Supply chain”
“Flexible”		“Logistic”

FONTE: A autora (2020).

As bases de pesquisa selecionadas foram as seguintes: *Web of Science*, *ScienceDirect* e SCOPUS. As mesmas foram selecionadas devido sua relevância e a qualidade dos documentos disponíveis para acesso. O período de publicação das pesquisas foi restrito entre os anos de 2010 e 2019 e 2010 a 2020 para pesquisas voltadas às cadeias de suprimentos digitais, visando obter as pesquisas mais recentes sobre o tema. Os tipos de documentos foram restritos a artigos (publicados e em revisão), capítulos de livros e livros.

Com esta base de pesquisa, os documentos duplicados foram removidos através do uso do *software Mendeley*. Em seguida, foram mantidos apenas artigos de

periódicos com classificações A1, A2 e B1, visando selecionar pesquisas publicadas em revistas de maior relevância e contribuição científica. Além disso, também foram considerados apenas periódicos das seguintes áreas: Engenharias, Inteligência Artificial, Sustentabilidade, Computação, Tecnologia, Inovação, Gestão, Negócios, Logística, Cadeia de Suprimentos, Qualidade, Economia, Estatística e Matemática.

Após o refinamento dos materiais a serem analisados, foi realizada uma leitura dos resumos dos materiais, buscando selecionar aqueles que possuem relação com o tema desta pesquisa e assuntos abordados. Após a escolha por meio da leitura dos resumos, realizou-se uma leitura completa dos materiais para identificar as informações que contribuirão com a pesquisa. Por fim, a terceira etapa da revisão sistemática da literatura consiste em documentar os dados, visando a disseminação dos resultados encontrados e contribuições geradas pela pesquisa. A documentação e apresentação dos resultados é apresentado no Capítulo 2 desta pesquisa.

3.3 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Após estabelecido o protocolo de pesquisa a revisão da literatura foi realizada, sendo aplicados filtros em três diferentes etapas. A primeira delas consistiu na combinação das palavras-chave nas seguintes bases de pesquisa: *Web of Science*, *ScienceDirect* e SCOPUS. O período também foi restringido, bem como tipos de documentos. Os resultados desta primeira etapa da revisão da literatura são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 – COMBINAÇÃO ENTRE PALAVRAS-CHAVE

Pesquisa	Resultados		
	<i>ScienceDirect</i>	SCOPUS	<i>Web of Science</i>
<i>Flexibility AND Supply Chain</i>	691	1225	1318
<i>Flexibility AND Logistic</i>	333	980	857
<i>Flexible AND Supply Chain</i>	591	825	644
<i>Flexible AND Logistic</i>	333	1198	1027
<i>(Digital supply chain OR Supply chain 4.0 OR Smart OR Technol*) AND Flexib*</i>	85	80	75
Total	2033	4308	3921

FONTE: a autora (2020).

Em seguida, os documentos duplicados foram removidos e apenas documentos das áreas de interesse – apresentados na seção 3.1.2 do capítulo de Metodologia – e *journals* com classificações A1, A2 e B1 foram mantidos na pesquisa. Na TABELA 2 estão apresentados os resultados da aplicação das restrições informadas.

TABELA 2 – REFINAMENTO DA PESQUISA

Pesquisa	Resultados		
	<i>ScienceDirect</i>	SCOPUS	<i>Web of Science</i>
<i>Flexibility AND Supply Chain</i>	371	451	445
<i>Flexibility AND Logistic</i>	52	149	37
<i>Flexible AND Supply Chain</i>	1	78	210
<i>Flexible AND Logistic</i>	0	42	115
<i>(Digital supply chain OR Supply chain 4.0 OR Smart OR Technol*) AND Flexib*</i>	6	9	15
Total	430	728	822

FONTE: a autora (2020).

Por fim, a pesquisa foi refinada através da leitura dos resumos e, para os documentos selecionados, foi realizada a leitura integral dos mesmos, sendo os resultados finais da revisão sistemática da literatura apresentados na TABELA 3.

TABELA 3 – RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Pesquisa	Resultados		
	<i>ScienceDirect</i>	SCOPUS	<i>Web of Science</i>
<i>Flexibility AND Supply Chain</i>	10	13	7
<i>Flexibility AND Logistic</i>	1	1	5
<i>Flexible AND Supply Chain</i>	2	8	7
<i>Flexible AND Logistic</i>	0	3	1
<i>(Digital supply chain OR Supply chain 4.0 OR Smart OR Technol*) AND Flexib*</i>	2	5	8
Total	15	30	28

FONTE: a autora (2020).

3.4 ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA E ANÁLISE DE CONTEÚDO

Conforme apresentado na FIGURA 17 – método de estudos multicase de Yin (2001) – após o desenvolvimento teórico, por meio da realização da RSL, foi

estabelecido o protocolo para a coleta de dados, seguindo as etapas definidas pelo autor, conforme FIGURA 20.

FIGURA 20 – PROTOCOLO PARA COLETA DE DADOS



FONTE: A autora (2020).

- a) pergunta de pesquisa: definida no CAPÍTULO 1 deste estudo;
- b) proposições, se houver: as proposições são feitas partindo da pergunta de pesquisa. Para que o estudo possa ser iniciado e o objetivo alcançado são necessárias algumas proposições. Neste estudo, por exemplo, propõe-se que cadeias de suprimentos digitais são mais flexíveis;
- c) unidade de análise: delimitação da pesquisa. Neste estudo a unidade de análise definida são os operadores logísticos;
- d) lógica que une proposições e dados: os resultados obtidos por meio do estudo de caso são relacionados com as proposições estabelecidas, a fim de validá-las;
- e) critérios para interpretação dos resultados: já o critério para a interpretação dos dados, normalmente, se faz por meio da comparação entre as informações obtidas na RSL e no estudo multicaso.

Após estabelecido o protocolo de coleta de dados, existem seis fontes de evidências que podem ser utilizadas, sendo estas a documentação, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos (YIN, 2001). Para este estudo, a fonte de evidência utilizada foi a entrevista.

A aplicação de entrevistas tem, como um de seus principais objetivos, obter dados relevantes aos estudos e, dado sua flexibilidade, pode ser aplicada em diversos campos do conhecimento (GIL, 2008; MARCONI; LAKATOS, 2003).

Existem 3 (três) principais tipos de entrevistas sendo estas definidas como estruturadas, semiestruturadas ou focais e não estruturadas (GIL, 2008; YIN, 2001). As entrevistas estruturadas são, de acordo com os autores, desenvolvidas a partir de

uma relação fixa de perguntas sem variações na ordem e formas de aplicação. As entrevistas semiestruturadas, por sua vez, possuem certo grau de estrutura, sendo definido um roteiro a ser seguido – também de forma igual em todas as entrevistas – e tópicos de interesse que guiam o entrevistador para alcançar as informações desejadas. Por fim, entrevistas não estruturadas não possui roteiros, assemelhando-se à uma conversa livre que tem por objetivo de realizar a coleta de dados.

Neste estudo, a entrevista semiestruturada foi a forma adotada para realização das conversas. Uma vez que a pesquisa é caracterizada como exploratória, a entrevista semiestruturada enquadra-se, pois segue uma estrutura de tópicos a serem abordados e maior flexibilidade aos entrevistados nas respostas e descrição de experiências (BAHA, 2008; GIL, 2008; YIN, 2001). As diretrizes da entrevista foram definidas conforme proposto por Marconi; Lakatos (2003) e apresentadas na FIGURA 21.

FIGURA 21 – DIRETRIZES DA ENTREVISTA



FONTE: A autora (2020).

- a) contato inicial: conversa com os interessados para entrevista, estabelecendo um primeiro contato para apresentação pessoal, do estudo, objetivos e a importância da participação do entrevistado / organização em questão. Neste contato também podem ser esclarecidos alguns pontos como confidencialidade de informações, dados mais amplos da pesquisa, instituição, entre outros. O importante é criar um vínculo e relação de confiança;
- b) formulação de perguntas: as mesmas devem ser formuladas de acordo com o tipo de entrevista selecionado, atendendo-se à coesão e coerência e cuidado para não gerar confusão aos entrevistados;
- c) registro de respostas: importante registrar as respostas no momento da entrevista, sem resumir palavras / frases, para evitar o esquecimento e distorção de informações. É possível também gravar as entrevistas, desde que acordado e com aceite prévio;

- d) término da entrevista: manter a cordialidade, agradecendo pela colaboração e tempo disponibilizado. Informar que se necessário algum esclarecimento melhor ou se surgir alguma dúvida, será feito novo contato. Importante também a aprovação das informações a serem divulgadas;
- e) requisitos importantes: os requisitos importantes apontados são (i) validade, ou seja, os dados devem ser comparados à uma fonte externa; (ii) relevância, pois as informações da entrevista devem estar relacionadas aos objetivos do estudo; (iii) especificidade e clareza, fazendo referência através de dados, locais, eventos e apresentando / esclarecendo conceitos; (iv) profundidade, estando relacionada aos sentimentos, pensamentos e lembranças do entrevistado; (v) extensão que diz respeito à amplitude de resposta.

Após definida a unidade de análise, sendo estes operadores logísticos no Brasil, o objetivo foi de identificar quais as principais organizações do segmento no país. Para tal, teve-se como base aqueles registrados na ABOL e outras organizações multinacionais, que se enquadram nas características descritas pela ABOL e de representatividade para o estudo.

Uma vez escolhidas as organizações o contato foi realizado via *e-mail* e telefone, explicando os objetivos do estudo e a importância da realização da pesquisa e colaboração. No contato, já era esclarecido o perfil do entrevistado, que deveria estar relacionado e ter conhecimento sobre o funcionamento das operações e da cadeia de suprimentos.

Em paralelo ao contato, as perguntas para guiar as entrevistas semiestruturadas já haviam sido definidas, tomando como base os objetivos a serem alcançados e as informações obtidas por meio da RSL. Uma tabela com as práticas e principais ferramentas apresentadas na literatura foi preparada para servir de apoio no momento de registro das respostas e para apresentar aos entrevistados as mesmas. Além do registro escrito, os entrevistados permitiram a gravação das entrevistas, mediante acordo prévio de uso exclusivo para o estudo em questão. Com relação às perguntas, as mesmas são apresentadas no QUADRO 14, explicando o objetivo da mesma.

QUADRO 14 – PERGUNTAS DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

Perguntas	Objetivo
Com base nas tecnologias apresentadas e possíveis aplicações, quais destas são utilizadas?	Identificar, inicialmente, quais ferramentas digitais utilizadas, dentre as apresentadas, visando confirmar se as principais tecnologias apontadas na literatura estão sendo utilizadas nas práticas em organizações brasileiras. A partir desta pergunta também é possível identificar o nível de digitalização da organização
Em quais processos e qual a finalidade do uso das tecnologias apresentadas?	Após apontadas as ferramentas digitais, parte-se para o levantamento das informações a respeito da aplicabilidade das mesmas, suas práticas e finalidade
Há indícios de melhora nos processos em que as mesmas foram aplicadas? Se sim, de que forma isso está sendo mensurado (indicadores)?	Através desta pergunta, o objetivo é verificar de que forma as organizações identificam melhora nas operações e processos e se há indicadores que demonstrem a melhora após uso de ferramentas digitais

FONTE: A autora (2020).

As entrevistas foram realizadas com 3 organizações do segmento, com atuações diferentes entre si, tendo como foco maior uma das atividades apresentadas pela ABOL para OL. As mesmas foram em dias e locais diferentes e, no decorrer das conversas, para dúvidas ou apontamentos que os entrevistados, por ventura, não tivessem informações suficientes, foram informados outros contatos na organização que poderia oferecer maiores detalhes sobre determinada abordagem.

Adicionalmente, antes do início das perguntas, o estudo foi apresentado, de forma ampla e geral, reforçando os objetivos e a importâncias das informações e dados obtidos por meio da entrevista a ser realizada. Alguns conceitos também foram apresentados / definidos e, ao longo da abordagem dos temas, exemplos eram apresentados, de forma imparcial e tomando como base as práticas adotadas em mercado, identificadas em outros estudos a partir da RSL.

Ao término da entrevista, após o agradecimento pela disponibilidade e prestatividade, informou-se a possibilidade de novo contato para esclarecimento de quaisquer dúvidas adicionais ou aprofundamento em algum tema específico. Após o término das entrevistas, as gravações foram novamente ouvidas, para preenchimento dos quadros de resultados, que são apresentados no CAPÍTULO 4.

Uma vez com os dados agrupados e formatados de acordo, faz-se necessária a análise de conteúdo das mesmas, sendo esta uma análise qualitativa. De acordo

com Gil (2008), essa forma de análise é comum em pesquisas de estudos de casos, sendo guiadas por 3 (três) etapas: redução, exibição e conclusão / verificação.

A redução de informações é necessária para que as mesmas sejam selecionadas de acordo com a importância das mesmas e descartar aquelas que não são relevantes ao objetivo do estudo. Além de selecionar, os mesmos precisam ser simplificados para serem apresentados, a segunda etapa da análise. A apresentação é fundamental pois implica na organização das informações, possibilitando a comparação dos dados e relação existentes entre os mesmos.

Por fim, a conclusão / verificação exige a revisão das informações coletadas, retomando às entrevistas e, principalmente, verificando os resultados obtidos com a RSL. Esta análise e relação é fundamental, pois é a etapa na qual se confirmam as informações teóricas e práticas e nos casos em que as mesmas são divergentes, é possível levantar os motivos para tal e propor estudos futuros.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da revisão sistemática da literatura, as empresas entrevistadas, bem como as informações obtidas e principais análises das mesmas, sempre relacionando com os conceitos e embasamento teórico apresentado para avaliar a aplicação prática.

4.1 RESUMO DOS RESULTADOS DA REVISÃO

A pesquisa em questão teve como objetivo geral o de identificar as práticas da flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais de operações logísticas no Brasil. Para que o objetivo fosse atingido, a primeira etapa da pesquisa consistiu em realizar uma Revisão Sistemática da Literatura para definição dos principais conceitos abordados neste estudo, sendo estes a flexibilidade, cadeias de suprimentos digitais e cadeias de suprimentos flexíveis.

Dentre os temas abordados nesta pesquisa, a flexibilidade na cadeia de suprimentos trata-se de um assunto com diversas pesquisas já desenvolvidas, que confirmam a importância da mesma nos processos e operações das cadeias de suprimentos, tornando-as mais ágeis, resilientes e competitivas. Isso se dá pela capacidade que a flexibilidade confere às organizações de se adaptar às mudanças inesperadas de mercado, tendo conhecimento das consequências das tomadas de decisão e minimizando riscos e impactos econômicos, operacionais e de desempenho. Consequentemente, CSF são capazes de dar respostas mais ágeis às mudanças de mercado e surgimento de novas necessidades, sempre tendo o apoio de fornecedores que, uma vez adaptados à flexibilização de seu cliente, conseguem atender às necessidades em conformidade.

Como resultado, os serviços / produtos são entregues aos clientes com qualidade, mantendo vantagem competitiva frente às concorrentes, por meio de práticas de flexibilidade, tendo sido estas identificadas por meio da RSL, com destaque às práticas que envolvem conhecimento sobre a variabilidade de mercado, projeção de demanda / necessidades, análise de capacidade, customização de serviços, produtos e processos, gestão de riscos, agilidade nas respostas para ocorrências imprevistas e visibilidade / envio de informações em tempo real a todos os interessados ao longo da CS (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017;

BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; FARAHANI, 2017; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2018).

Entretanto, dado as mudanças tecnológicas ao longo dos últimos anos, maior integração e conectividade de processos, operações e pessoas ao redor do mundo, as cadeias de suprimentos notaram a necessidade em adotar ferramentas digitais que possibilitem a coleta e troca de informações em tempo real. Não somente desta necessidade, porém a aplicação de ferramentas digitais contribui para maior agilidade e como facilitador das atividades, proporcionando maior visibilidade dos processos e atuando como um fator de vantagem competitiva.

A partir de então, com o uso de ferramentas digitais nas CS, surgiram as chamadas Cadeias de Suprimentos Digitais, definidas nesta pesquisa como sistemas inteligentes capazes 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, sendo o uso de tecnologias fundamental nos processos, operações e atividades das cadeias de suprimentos, pois auxiliam no alcance dos objetivos e gerenciamento dos riscos. Apesar da definição adotada, com base nas análises das pesquisas identificadas, foi possível verificar que o conceito de CSD é novo, com poucas pesquisas existentes voltadas ao tema e que relacionam à flexibilidade. Entretanto, de acordo com Butner (2010) afirma que, cadeias de suprimentos digitalizadas são, invariavelmente mais flexíveis dado as características complementares de integração, interconectividade, velocidade e inovação que possuem.

Além da conceituação e definição de características, alguns modelos de CSD foram identificados e 1 (um) modelo tomado como base desta pesquisa para guiar o estudo multicaso e aplicação das entrevistas aos OL. O modelo definido foi proposto por Seleme, Zattar e Detro (2020), estando apresentado na FIGURA 16 deste trabalho. O modelo em questão foi desenvolvido com base em modelos tradicionais das CS, considerando os níveis estratégico, tático e operacional e sua integração, reforçando a importância da sinergia entre equipes. Além disso, ainda como destaque, o modelo não é voltado a determinado segmento organizacional e possui a flexibilidade como uma de suas principais competências.

Dentre as ferramentas digitais aplicadas nas CSD, diversas são apresentadas em literatura e suas aplicações exemplificadas, apresentando os benefícios de seu

uso nas operações e atividades. Dentre as ferramentas identificadas por meio da RSL, as ferramentas com maior destaque são *big data*, IoT, computação em nuvem (*cloud*), veículos autônomos, simulação, manufatura aditiva e *blockchain* (BIENHAUS; HADDUD, 2018; BUTNER, 2010; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FARAHANI, 2017; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; RAMIREZ-PEÑA et al., 2020; WU et al., 2016).

4.2 ANÁLISE E RELAÇÃO DAS PRÁTICAS COM AS FERRAMENTAS

Além do resumo da RSL apresentados na seção anterior, a principal contribuição do trabalho em questão está na relação estabelecida entre as operações das cadeias de suprimentos digitais, suas ferramentas e as práticas de flexibilidade, tornando as CS mais flexíveis.

As práticas apresentadas foram definidas com base na RSL, bem como as ferramentas digitais e os processos, que tem como base o modelo de CSD proposto por Seleme, Zattar e Detro (2020). Nos QUADROS 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22 são apresentadas as relações entre as práticas de flexibilidade para cada processo da cadeia de suprimentos e as ferramentas digitais utilizadas nas práticas. Para facilitar a visualização, as ferramentas em que não há uso nas práticas identificadas não constam nos quadros.

No QUADRO 15 é apresentado o processo de gestão de demanda da cadeia de suprimentos, que tem como principais atividades identificar as necessidades de clientes, assim como identificar novos nichos e clientes em potencial. Com relação às práticas voltadas à flexibilidade para esse processo, as mesmas precisam ter como objetivos, principalmente, a análise de variabilidade de mercado, conhecimento e análise das capacidades de todos os envolvidos ao longo da CS e agilidade para retorno. Para tanto, as principais ferramentas digitais que se destacam neste processo estão o *big data*, IoT e simulação (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; FARAHANI, 2017; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2018).

De acordo com os autores, por meio da aplicação do IoT, os dados são coletados em tempo real, gerando históricos e grande volume de informações – *big data* – para serem utilizados em plataformas digitais de simulação que apontam

resultados para diferentes cenários de demanda, necessidades e incertezas de mercado. Com estas informações, as organizações são capazes de tomar as decisões com base no melhor cenário identificado, já sabendo as vantagens e desvantagens e podendo definir ações de contingência para minimizar / mitigar os riscos existentes.

Dado a quantidade de dados produzidas, a ferramenta *cloud* deve ser utilizada para armazenar, de forma segura, as informações, permitindo acesso em qualquer lugar e integrando todas as partes interessadas ao longo da CS.

QUADRO 15 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE DEMANDA

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Simulação
Gestão de demanda	Conhecimento sobre variabilidade do mercado	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017		
	Capacidade de resposta às variações de mercado e necessidade dos clientes	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019
	Análise de recursos necessário para atender a demanda prevista (simulação)	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017		
	Retorno ao cliente de forma ágil e assertiva	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Simulação
	Customização dos serviços de acordo com a demanda de cada cliente ou nichos específicos	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019			Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019
Gestão de demanda	Reorganização de processos e operações para atender diferentes necessidades	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019		Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019
	Capacidade de simular diferentes situações propondo soluções (gestão de riscos e adaptabilidade)	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	Kamble et al., 2018, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017		Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019

FONTE: A autora (2020).

No QUADRO 16 o processo de desenvolvimento de produto, que nesta pesquisa é tratado como desenvolvimento de serviços, dado o segmento atuante dos operadores logísticos, tem como principais atividades o desenvolvimento dos serviços identificados no processo de gestão da demanda. Após análise detalhada das necessidades de clientes e incertezas de mercado, o processo seguinte trata do desenvolvimento das soluções propostas.

Nesta etapa também se destacam práticas flexíveis que contemplem o conhecimento e análise dos riscos envolvidos na implementação do novo serviço, agilidade, adaptabilidade e análise de capacidade. Além das ferramentas digitais destacadas no processo de gestão da demanda – *big data*, IoT, *cloud* e simulação – neste processo destaca-se o uso da manufatura aditiva.

Esta ferramenta, conforme Candi e Beltagui (2019), Dolgui et al (2018) e Farahani, Meier e Wilke (2017), está diretamente relacionada à impressão 3D. Esta ferramenta proporciona flexibilidade de mão de obra, assim como a redução na necessidade de diferentes fornecedores, redução no tamanho dos estoque e lead times contribuindo, conseqüentemente, para a redução de custos (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; RAMIREZ-PEÑA ET AL, 2020). Ainda de acordo com os autores, a ferramenta pode ser aplicada para testes e simulações, resultando na mitigação dos riscos. Em complemento, conforme destacado por Ramirez-Peña et al. 2020, o uso da impressora 3D pode resultar na criação de novos processos, planejamento e controle de qualidade, podendo tornar a CS mais complexa.

QUADRO 16 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Manufatura aditiva	
Desenvolvimento de produto	Capacidade de analisar a viabilidade de um novo serviço	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017		Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019	
	Simulação de uma nova reconfiguração da cadeia	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019	
	Nível de coleta, análise e precisão de informações sobre o perfil/comportamento do mercado	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017			
	Agilidade no desenvolvimento de novo serviço	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017		Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Manufatura aditiva
Desenvolvimento de produto	Capacidade de entendimento de mercado	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017		
	Adaptação de processos e operações às necessidades dos clientes	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017		Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019

FONTE: A autora (2020).

Para o processo de gestão financeira apresentado no QUADRO 17 as práticas estão voltadas à gestão de riscos financeiros e acesso às informações. Para esta última prática, o acesso às informações está relacionado à facilidade entre fornecedores e clientes em receber cobranças, consultar valores, *status* das cobranças, histórico, entre outros dados financeiros.

Portanto, as ferramentas IoT e *big data* são facilitadores para estas práticas, visto que contribuem para a coleta de dados e análise que, por meio da ferramenta *cloud* podem ser armazenados e compartilhados de forma segura (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2018). Ainda de acordo com os autores, a simulação é utilizada para criar diferentes cenários econômicos para a tomada de decisões estratégicas e gerenciar riscos.

Para este processo se destaca a ferramenta digital *blockchain*, pois seu uso está relacionado à transparência, confiabilidade e segurança que confere às operações e transações (DOLGUI ET AL, 2019; RAMIREZ-PEÑA ET AL, 2020). De acordo com os autores, as organizações têm feito uso da ferramenta para firmar contratos e enviar cobranças a seus clientes, armazenando as informações e compartilhando – com os interessados – ao longo de toda a cadeia de suprimentos, sem a permissão para a exclusão dos dados, o que torna a CS mais transparente e segura.

QUADRO 17 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO FINANCEIRA

Processos da CS	Aspectos de análise	<i>Big data</i>	<i>IoT</i>	<i>Cloud</i>	Simulação	<i>Blockchain</i>
Gestão financeira	Análises de riscos do mercado financeiro	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017		Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019	
	Acesso às informações	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019		Dolgui et al., 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019

FONTE: A autora (2020).

O processo de gestão de relacionamento com o cliente, apresentado no QUADRO 18 tem como foco atender as necessidades do cliente, desde alterações de demanda à novos serviços, sem comprometer a qualidade do serviço entregue (GUPTA et al., 2019). Dentre as práticas de flexibilidade, o objetivo é manter o cliente informado a respeito dos serviços prestados, dando visibilidade de cada etapa / atividade e sendo capaz de retornar de forma ágil, confiável e segura.

Assim como na gestão da demanda, as ferramentas IoT, *big data* e *cloud* ganham destaque, pois conferem visibilidade aos clientes sobre os serviços que estão sendo prestados, bem como o *status* dos produtos. Por meio destas informações é possível simular e projetar diferentes cenários a serem compartilhados com o cliente. Por fim, o *blockchain* tem seu uso visando compartilhar e armazenar informações de forma segura e confiável.

QUADRO 18 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM O CLIENTE

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Simulação	Blockchain
Gestão de relacionamento com o cliente	Integração ao sistema do cliente	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017		Dolgui et al., 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019
	Envio de informações em tempo real	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017		
	Capacidade de resposta aos clientes	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019	
	Capacidade de atender diferentes demandas e necessidades	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017		Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019	

FONTE: A autora (2020).

A gestão de armazenagem, apresentada no QUADRO 19 é um processo que tem como principais atividades a armazenagem eficiente de produtos e insumos, bem a gestão e o controle de estoque e qualidade dos mesmos, assegurando a integridade. Dentre as práticas de flexibilidade temos a visibilidade da armazenagem dos itens, controle e envio de informações em tempo real, flexibilização da mão de obra e organização / *layouts*.

Neste processo destaca-se o uso de sensores e RFIDs em produtos e em pontos dos armazéns para controle e acompanhamento. Estas informações podem ser compartilhadas, em tempo real, com os clientes e utilizadas para distribuição de produtos e facilitar a organização. Além disso, estes dados coletados e armazenados podem ser utilizados em simuladores resultando em melhorias na disposição dos produtos e organização otimizada (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; FARAHANI, 2017; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2018; MIRKOV; BAKIĆ; DJAPIC, 2019).

Entretanto, a ferramenta de destaque neste processo são os veículos autônomos, utilizados para movimentações internas em armazéns e desenvolvimento de algumas atividades que exigem muito esforço humano (BECHTISIS et al., 2018; DOSSOU; NACHIDI, 2017). De acordo com os autores, o uso de veículos autônomos confere bom retorno financeiro, dado alto investimento inicial. Isso visto a maior precisão nos movimentos e organização de armazéns, além de facilitar o manuseio de determinados produtos e flexibilizar a mão de obra. Adicionalmente, por meio dos sensores utilizados nestes veículos (integração com a IoT), é possível tomar decisões com base nas movimentações internas, contribuindo para a reorganização de *layouts* internos.

QUADRO 19 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE ARMAZENAGEM

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos
Gestão de armazenagem	Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017
	Uso de sensores em armazéns	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017		Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017
	Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahrour, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos
Gestão de armazenagem	Flexibilidade na alteração de atividades que um mesmo operador pode desempenhar (flexibilidade de mão de obra)	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017
	Flexibilidade em alterar layouts e velocidade de mudança	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019		Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017

FONTE: A autora (2020).

A gestão de distribuição, apresentada no QUADRO 20, trata-se de um processo com atividades voltadas ao serviço de, conforme o próprio nome do processo, distribuir produtos / insumos de acordo com as necessidades dos clientes. As práticas de flexibilidade além de envolver a visibilidade, conta com a roteirização, acesso à locais remotos e abranger grandes áreas de entrega.

Portanto, destaca-se o uso de sensores e RFIDs para rastreabilidade, de forma a permitir a troca de informações em tempo real e tomada de decisões em situações inesperadas (acidentes, eventos da natureza, entre outros) (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; FARAHANI, 2017; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2018; MIRKOV; BAKIĆ; DJAPIC, 2019). Estes dados, além de compartilhados e armazenados, servem de base para simulações de otimização de rotas, definições de carregamento de acordo com destino e análise de custos.

Com relação aos veículos autônomos, além da flexibilização da mão de obra e todas as funcionalidades envolvidas que aumentam a segurança e reduzem riscos, destaca-se o uso de *drones* para áreas de difícil acesso, não somente para entregas, mas também para verificar as condições do local e possíveis necessidades.

QUADRO 20 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE DISTRIBUIÇÃO

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos
Gestão de distribuição	Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Mirkov; Bakic; Djapic, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	
	Roteirização	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Farahani, Meier, Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Farahani, Meier, Wilke, 2017		Farahani, Meier, Wilke, 2017
	Uso de sensores em ativos em geral	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017		Farahani, Meier, Wilke, 2017

Processos da CS	Aspectos de análise	Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos
Gestão de distribuição	Facilidade em realizar entregas em diferentes lugares e abranger grandes áreas de distribuição	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Bechtisis et al., 2018, Farahani, Meier, Wilke, 2017; Dossou; Nachidi, 2017
	Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes	Gawankar; Gunasekaran; Kamble, 2019, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018 Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017, Farahani; Meier; Wilke, 2017	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Farahani; Meier; Wilke, 2017	

FONTE: A autora (2020).

O processo de gestão de fornecedores é apresentado no QUADRO 21, tendo como principal destaque a parceria estabelecida com os fornecedores, que permite com que as necessidades sejam compartilhadas e que o fornecedor adapte seus processos e atividades da melhor forma a atender seus clientes. Com relação às práticas de flexibilidade, tem-se a troca de informações em tempo real – os dados compartilhados são apenas aqueles que condizem com a real necessidade –, customização e gestão de riscos, para análise da saúde financeira de fornecedores.

Para este processo as ferramentas com aplicação identificada são *big data*, IoT e *cloud*. As ferramentas são utilizadas para a coleta de dados ao longo de todo o processo e sua armazenagem. Por meio do tratamento dos dados, apenas as informações necessárias podem ser compartilhadas – através da ferramenta *cloud* – sem expor dados confidenciais ou de clientes (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; GAWANKAR, 2018).

QUADRO 21 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA GESTÃO DE FORNECEDORES

Processos da CS	Aspectos de análise	<i>Big data</i>	<i>IoT</i>	<i>Cloud</i>
Gestão de fornecedores	Compartilhamento informações críticas e sensíveis relacionadas a questões operacionais e estratégicas	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	Kamble et al., 2018, Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019, Frank; Dalenogare; Ayala, 2019, Buyukozan; Goçer, 2018, Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017
	Customização dos serviços de acordo com a demanda de cada cliente ou nichos específicos	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	
	Gestão de riscos	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ben-Daya; Hassini; Bahroun, 2017	

FONTE: A autora (2020).

Por fim, o processo de retorno e ciclo de vida – apresentado no QUADRO 22 – está relacionado ao planejamento do ciclo de vida de produtos e serviços, que pode e deve ser realizado ao longo da fase de desenvolvimento, para que seu tempo de vida seja projetado de acordo, bem como as formas de retorno.

Por se tratar de um processo pouco explorado, as ferramentas identificadas são o *big data*, IoT e simulação. Por meio de dados coletados através de sensores e dados em bases históricas, é possível simular o ciclo de vida. Além disso, de acordo com os dados de produto pode-se estabelecer as formas de descarte mais adequadas e realizar testes para tal, verificando possíveis riscos e eficiência no descarte.

QUADRO 22 – RELAÇÃO ENTRE PRÁTICAS DE FLEXIBILIDADE E FERRAMENTAS DIGITAIS PARA RETORNO E CICLO DE VIDA

Processos da CS	Aspectos de análise	<i>Big data</i>	IoT	Simulação
Retorno e ciclo de vida	Planejar o ciclo de vida de acordo com a análise de demanda	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019	Ivanov; Dolgui; Sokolov, 2019; Frank; Dalenogare; Ayala, 2019

FONTE: A autora (2020).

Nesta seção foram apresentadas a relação entre as práticas identificadas na literatura e aplicação das ferramentas nas mesmas. A seguir serão apresentados os resultados das entrevistas realizadas, bem como características, percepções e análises.

4.3 RESULTADO DAS ENTREVISTAS MULTICASO

Os estudos multicase foram realizados com 3 empresas que se caracterizam como operadores logísticos, enquadrando-se na definição da ABOL, apresentada neste trabalho anteriormente. As empresas são identificadas como A, B e C, sendo apresentadas, brevemente, a seguir.

A empresa A é uma empresa brasileira, que atua em todo o território nacional, responsável pelo transporte – multimodal – de contêineres para mercado interno e de exportação, com movimentação média de mais de 75 mil contêineres ao ano, com os mais variados tipos de carga: *reefers* (cargas refrigeradas), *dry* (cargas em geral) e *isotanks* (líquidos). Além do transporte multimodal, a empresa também realiza desempenha serviços de armazenagem, gestão de estoques e desenvolve projetos personalizados para atender às necessidades de seus clientes, de acordo com sua demanda e peculiaridades de negócio.

A empresa B, por sua vez, é uma empresa multinacional, com atuação em mais de 200 países, mais de 1,5 bilhões de entregas ao ano e cerca de 6.500

instalações, a mesma caracteriza-se como uma das principais empresas de logística do mundo. Atua com serviços de transporte multimodal, gestão de estoque e armazenagem. No Brasil, a atuação da empresa está voltada somente aos serviços de armazenagem e gestão de estoques, dado necessidades dos clientes no Brasil.

Por fim, a empresa C também possui atuação em todo território nacional, atuando em operações ferroviárias, sendo a maior operadora do modal no Brasil, administrando cerca de 48% da malha – de acordo com dados da Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), o total da malha para o transporte de cargas no Brasil é de 29.320 km.

A empresa desempenha atividades de transporte de cargas de mercado interno e exportação por meio deste modal, armazenagem, gestão de estoques e acesso à diversos portos brasileiros para operações das cargas. Além disso, as empresas A e C fazem parte de um dos principais grupos econômicos do país e possuem uma relação de fornecedor – cliente, sendo a empresa C a empresa responsável pelo transporte no modal ferroviário das cargas da empresa A.

No QUADRO 23 é apresentado um resumo sobre o cargo do entrevistado em cada empresa e data de realização da entrevista. Notar que para essa pesquisa não foi necessária a realização de um 2º contato com as empresas, tendo as dúvidas e questões sido sanadas no 1º contato realizado.

QUADRO 23 – DADOS DA ENTREVISTA

Empresa	Cargo responsável	Data da entrevista
A	Gerente de planejamento e operações	07/10/2019
B	Coordenador de inovação	09/10/2019
C	Gerente de tecnologia e inovação	22/10/2019

FONTE: a Autora (2020).

As entrevistas foram realizadas com as empresas, conforme apresentado no capítulo 3, abordando o uso de ferramentas digitais em cada uma das operações. Os resultados serão apresentados a seguir, relacionando às práticas e ferramentas, os comentários, formas de aplicação, práticas e análise dos resultados comparando com os resultados obtidos por meio da RSL, sendo classificados de acordo com a legenda do QUADRO 24.

QUADRO 24– CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM USO DAS FERRAMENTAS

Classificação	Legenda	Significado
U	Utiliza	Empresa utiliza a ferramenta na prática identificada
PF	Projeto Futuro	Empresa possui projetos que envolvem a aplicação da ferramenta na prática identificada
PA	Projeto em andamento	Empresa está aplicando projetos que envolvem a ferramenta na prática identificada
D	Descartado	Empresa utilizou a ferramenta na prática mas foi descartado
-	Não utiliza	Ferramenta não utilizada

FONTE: a Autora (2020).

4.3.1 Processo de gestão de demanda

No QUADRO 25 são apresentadas as informações relacionadas às tecnologias e práticas flexíveis para a operação de gestão de demanda.

QUADRO 25 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DA DEMANDA

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Gestão da demanda	Conhecimento sobre variabilidade do mercado	A	U	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	D	-
		C	-	-	-	-	-	-	-
	Análise de recursos necessário para atender a demanda prevista (simulação)	A	PF	-	-	-	-	PF	-
		B	-	-	-	-	-	D	-
		C	U	-	-	-	-	U	-
	Retorno ao cliente de forma ágil e assertiva	A	U	-	-	-	-	PF	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-
	Customização dos serviços de acordo com a demanda de cada cliente ou nichos específicos	A	PF	-	-	-	-	PF	-
		B	-	-	-	-	-	D	-
		C	-	-	-	-	-	U	-
	Reorganização de processos e operações para atender diferentes necessidades	A	-	-	-	-	-	PF	-
		B	-	-	-	-	-	D	-
		C	-	-	-	-	-	U	-
	Capacidade de simular diferentes situações propondo soluções (gestão de riscos e adaptabilidade)	A	PA	-	-	-	-	PF	-
		B	-	-	-	-	-	D	-
		C	U	-	-	-	-	U	-

FONTE: a Autora (2020).

A empresa A, utiliza *big data* para analisar o mercado, suas variabilidades, visando definir as melhores ações e decisões estratégicas a serem tomadas para atender ao mercado. Estas informações são coletadas por uma empresa de consultoria contratada para adquirir os dados, que são analisados pela equipe de *marketing* da organização, responsável por repassá-las aos interessados para extrair o máximo de informações relacionadas às tendências de mercado e nichos captáveis pela empresa.

O uso de simulação por parte da empresa A, por sua vez, está em desenvolvimento, sendo considerada um projeto futuro que visa, através do desenvolvimento de uma plataforma digital, permitir ao cliente simular diferentes cenários que atendam suas necessidades. Com esta ferramenta, o cliente já consegue visualizar de que forma o serviço será prestado, disponibilidade e capacidade de atendimento. A empresa, por sua vez, recebendo estes dados, torna-se capaz de criar um banco de dados relacionados às demandas de mercado e perfis de clientes que procuram por seus serviços, possibilitando aumentar o nível de captação de mercado e expansão para novos nichos.

A empresa também tem como projeto futuro um simulador considerando as capacidades para carregamentos e, por meio de dados históricos, alinhados diretamente com a concessionária fornecedora, simular diferentes cenários de alocação e entrega das demandas recebidas, conseguindo avaliar sua capacidade e definir quantidades de recursos necessários para atendimento.

A empresa B, no que diz respeito à gestão de demanda possui baixa aplicabilidade de tecnologias. A mesma desenvolveu um projeto de uma plataforma digital de simulação e inteligência artificial para projetar a demanda que seria recebida por parte do cliente e os recursos necessários para atendimento da mesma. A ferramenta foi desenvolvida por uma empresa de tecnologia contratada, porém o projeto foi descartado, visto que o cliente majoritário da empresa B já possui seu próprio sistema de planejamento e previsão de demanda, sendo este o principal impeditivo, visto que os dados para análise deveriam ser inseridos manualmente por diversas áreas do cliente, gerando duplicidade de atividades em alguns casos.

A empresa C, por sua vez, faz uso de *big data* e simulação pois, através de dados históricos, é capaz de projetar diferentes cenários e situações que permitem

tomar a melhor decisão no que diz respeito ao atendimento da demanda e ações a serem tomadas, de forma a suprir as necessidades de seus clientes.

4.3.1.1 Discussão de resultados processo de gestão de demanda

A análise de gestão da demanda por organizações é uma das principais operações a serem realizadas, visto que é através desta que são coletados os dados necessários para definir as estratégias, capacidade de atendimento e necessidades a serem desenvolvidas (DOLGUI; IVANOV; SOKOLOV, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; WU et al., 2016). De acordo com os autores, a análise da variabilidade de mercado, customização e reorganização para atendimento de novas demandas é fundamental para as organizações manterem-se competitivas.

Neste cenário, as ferramentas digitais têm se mostrado úteis em relação à aquisição de dados e análise dos mesmos. No que diz respeito à esta operação, tecnologias como IoT, *big data* e simulação são as que possuem maior aplicabilidade (DOLGUI; IVANOV; SOKOLOV, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; WU et al., 2016). Através do uso da IoT, as organizações são capazes de coletar dados de comportamento e tendências do seu público alvo, armazenando-os de acordo e formando bases históricas (*big data*). Com estas informações, é realizada a análise de dados e simulações através de diversos sistemas, projetando diferentes cenários, fazendo com que as organizações tomem as decisões sabendo as consequências e já desenvolvendo ações para mitigar os possíveis riscos (gestão de riscos).

No que diz respeito a aplicação feita pelas organizações apresentadas, as ferramentas são utilizadas, mas não tem todo o potencial explorado de acordo. Conforme as funcionalidades apresentadas por autores como Buyukozkan e Goçer (2018), Frank; Dalenogare e Ayala (2019) e Ramirez-Peña et al (2020), a aplicação de sensores para coleta de dados e sua análise poderia ser melhor explorada. Muitos dados ainda são coletados e inseridos em sistema manualmente e, conforme QUADRO 25 grande parte das práticas ainda está em fase de projeto, não sendo notados os benefícios, conforme apresentado em estudo por Gawankar, Gunasekaran e Kamble (2019). De acordo com os autores, por meio da IoT e *big data*, empresas de varejo na Índia melhoraram sua performance nas tomadas de decisões, resultando em aumento da rentabilidade das mesmas.

Nas empresas A e C nota-se maior desenvolvimento de práticas nesta operação, por meio de plataformas digitais para simulação. A empresa A ainda possui uma iniciativa de plataforma de simulação com os clientes, visando captar novos nichos e identificar comportamentos e tendências, para direcionar os negócios e investimentos de acordo. A empresa C também utiliza dados históricos para simular diferentes cenários para a melhor tomada de decisão, porém os processos não são totalmente integrados.

4.3.2 Processo de desenvolvimento de produto

A seguir, no QUADRO 26 são apresentados os dados para o uso das ferramentas digitais na operação de desenvolvimento de produto.

QUADRO 26 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Desenvolvimento de produto	Capacidade de analisar a viabilidade de um novo serviço	A	PF	-	-	-	-	PF	-
		B	U	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	U	-
	Simulação de uma nova reconfiguração da cadeia	A	PA	-	-	-	-	PF	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	U	-
	Agilidade no desenvolvimento de novo serviço	A	U	-	-	-	-	-	-
		B	D	-	-	-	-	-	-
		C	U	-	-	-	-	-	-
	Capacidade de entendimento de mercado	A	U	-	-	-	-	-	-
		B	D	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-
	Adaptação de processos e operações às necessidades dos clientes	A	PA	-	-	-	-	PF	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	U	-

FONTE: a Autora (2020).

Por se tratarem de empresas de operação logística, não há tanta relação com atividades relacionadas ao desenvolvimento de produto, por esta razão, as práticas

avaliadas dizem respeito ao desenvolvimento de novos serviços. No que tange esta operação, as tecnologias aplicadas por todas as empresas entrevistadas são *big data* e simulação.

A empresa A possui projetos em andamento e outros a serem desenvolvidos no que tange o desenvolvimento de novos serviços, considerando a aplicação de *big data* e plataformas de simulação. A organização almeja obter um aplicativo em que o cliente seja capaz de selecionar opções de serviço oferecidas pela empresa e, através das informações escolhidas, simular como seria a forma de atendimento, disponibilidade e outros detalhes inerentes ao processo. A partir desta simulação, o cliente é capaz de analisar se o serviço está de acordo com suas necessidades e atende a demanda. Por meio desta plataforma, a empresa também é capaz de analisar tendências do mercado, nichos específicos de clientes, perfil de clientes que procuram a empresa e, conseqüentemente, novos serviços a serem desenvolvidos para atender novas necessidades ou maior diversidade de clientes, se de acordo com as estratégias de negócio.

Ainda no que diz respeito às plataformas de simulação, a empresa tem em desenvolvimento um simulador – conforme citado em gestão da demanda – que permita simular diferentes cenários para alocação e distribuição de produtos dos clientes. Em se tratando de desenvolvimento de novos serviços, está é uma ferramenta que pode ser bastante útil no que diz respeito à simulação de diferentes cenários, analisando o melhor e já o apresentando aos clientes.

O *big data* é aplicado em análises de tendências e gestão da demanda – conforme citado na operação anterior, por meio da contratação de uma empresa terceirizada -, por meio destes dados, a empresa A é capaz de projetar não somente o volume, mas também de observar o comportamento dos clientes potenciais, suas expectativas e necessidades, se antecipando e oferecendo justamente os serviços que os mesmos desejam.

A empresa B, por sua vez, faz uso de *big data* para análise e desenvolvimento de novos serviços ao cliente. Por ter acesso aos dados de seus clientes, mantendo um histórico de demanda, sazonalidade e comportamento dos clientes diretos e indiretos, possibilitando a empresa entrevistada a oportunidade de se antecipar às necessidades e possíveis problemas de seus clientes. A empresa também desenvolveu uma plataforma digital – conforme citado na operação anterior -, porém

a mesma foi inutilizada, devido conflitar com sistemas de seu cliente e a entrada de dados ser manual.

Por fim, a empresa C faz o uso de simuladores para o desenvolvimento de novos serviços, configurações das operações e adaptações. A entrada dos dados nas plataformas é feita de forma manual, sendo estes dados históricos ou novas informações de um novo serviço a ser desenvolvido, repassadas pelo cliente. Além de dados inerentes ao negócio e operações já existentes, são levados em consideração outros dados, como custos, viabilidade do negócio, investimentos, recursos necessários e demanda, de um modo geral.

Com isso, diversos cenários são simulados e analisados, sendo listadas as vantagens e desvantagens de cada uma das situações, com base nestas avaliações, a melhor decisão é tomada. A empresa C também faz grande aplicabilidade de simuladores para otimização de processos e operações já existentes, sendo estes cenários simulados com base nos dados históricos.

4.3.2.1 Discussão de resultados processo de desenvolvimento de produto

No que diz respeito à desenvolvimento de produtos / serviços nas cadeias de suprimentos, diversos autores relacionam o uso destas ferramentas digitais para esta operação, visto os benefícios advindos desta aplicação.

Por meio do uso de sensores e/ou plataformas digitais, dados são coletados e armazenados (*big data*), resultando na possibilidade de análise dos mesmos, o que permite identificar padrões, tendências e comportamentos para o desenvolvimento de produtos e serviços que realmente atendam às necessidades dos clientes de forma a agregar valor às suas operações, fazendo com que os mesmos paguem pelos serviços prestados. Os dados coletados para análise são utilizados em plataformas de simulação para diferentes serviços que possam ser desenvolvidos, com projeções de custos, retorno financeiro, impactos, potenciais clientes e projeção do ciclo de vida.

Apesar das ferramentas em questão, para esta operação destaca-se o uso da manufatura aditiva por meio da aplicação de impressoras 3D (BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; DOLGUI et al., 2018; IVANOV et al., 2018; RAMIREZ-PEÑA et al., 2020). De acordo com Ramirez-Peña et al (2020), o uso de impressoras 3D é uma das tecnologias mais disruptivas, podendo ser considerada como uma ferramenta

capaz de reduzir o número de fornecedores, porém, por outro lado, pode gerar novos processos e controles de qualidade.

4.3.3 Processo de gestão financeira

No QUADRO 27 são apresentados os resultados observados para a operação de gestão financeira.

QUADRO 27 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO FINANCEIRA

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Gestão financeira	Análises de riscos do mercado financeiro	A	U	-	-	-	-	-	-
		B	D	-	-	-	-	-	-
		C	U	-	-	-	-	U	-
	Acesso às informações	A	PF	-	U	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	PF

FONTE: a Autora (2020).

Com relação às operações de gestão financeira, há pouca aplicação das ferramentas. A empresa A possui um projeto futuro de desenvolvimento para que, através dos dados produzidos pela empresa, o cliente consiga ter acesso – através da plataforma digital já existente – informações sobre faturamento, inadimplência e composição dos valores cobrados pelos serviços prestados. Atualmente a empresa possui estas informações, porém os dados não estão estruturados, estando um projeto em desenvolvimento para compartilhar as informações diretamente com o cliente.

Ainda na empresa A, com relação à parte financeira ao seu principal fornecedor de transporte, a mesma desenvolveu uma plataforma digital – aplicativo de *smartphone* – para o faturamento instantâneo das unidades carregadas em trem, visando reduzir o tempo deste processo e reduzir trabalhos manuais, visto que as informações eram adquiridas na área operacional manualmente e, somente após término da operação, as informações eram inseridas em sistema para faturamento.

Com a sua principal fornecedora, a empresa C, o faturamento também é enviado de forma eletrônica, por meio de EDI (*Electronic Data Interchange*).

A empresa B, por sua vez, teve uma tentativa e chegou a contratar uma empresa terceirizada que desenvolveu uma plataforma digital para análise de dados de mercado. Parte destas informações eram originárias do projeto para gestão de demanda, que também fazia uso de dados de mercado, para avaliar os melhores investimentos e quais estratégias a serem seguidas. Porém, o projeto não seguiu adiante, dado conflitar com informações do cliente e a entrada de algumas informações ainda serem manuais. O envio destes faturamentos é feito por meio de EDI (*Electronic Data Interchange*).

Por fim, a empresa C também está desenvolvendo um projeto para aplicação de *blockchain* para gestão de finanças do cliente, mas não somente isso. A empresa visa que todo o processo, desde a contratação e definição dos serviços, até os valores e dados de cobrança. Além de manter o histórico de todas as informações e compartilhar com o cliente, o nível de segurança e confiabilidade dos dados é elevado com a ação tomada.

Além disso, a empresa C possui um sistema de faturamento bastante robusto e integrado com sistemas do governo, o que aumenta o nível de segurança e confiabilidade das informações, visto que, as mesmas são validadas de acordo com o que está registrado em *sites* do governo, minimizando riscos e fraudes.

4.3.3.1 Discussão de resultados processo de gestão financeira

No que diz respeito à operação de gestão financeira, as empresas entrevistadas ainda não possuem seus sistemas desenvolvidos de forma a minimizar riscos financeiros e organizar estes dados. Apesar de certa integração pelas empresas A e C, estas não possuem efetivo controle e gestão de riscos financeiros, com baixa análise de riscos de mercado. Além disso, ainda conforme relatado pela empresa A, existem casos de inadimplência identificados tardiamente, dado a quantidade de entradas manuais.

Além do uso das principais ferramentas digitais como IoT, *Big data* e *Cloud*, o *blockchain* é a ferramenta de maior destaque nesta operação, dado a confiabilidade, segurança e controle que oferece às transações comerciais com os clientes, sem a necessidade de intermediários (IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; RAMIREZ-

PEÑA et al., 2020). A empresa C já vem realizando investimentos no uso do *blockchain* para suas transações comerciais, desde a contratação do serviço com o cliente até o envio de cobranças pelos serviços prestados serão feitos por meio desta ferramenta digital.

Entretanto, de acordo com as pesquisas identificadas na literatura, existem outras aplicações das ferramentas digitais a serem exploradas, como o uso da IoT e *cloud* para o pagamento de faturas, composição de cobranças, envio de informações.

4.3.4 Processo de gestão de relacionamento com o cliente

No QUADRO 28 seguem resultados para a gestão de relacionamento com o cliente.

QUADRO 28 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE RELACIONAMENTO COM CLIENTE

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Gestão de relacionamento com cliente	Integração ao sistema do cliente	A	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-
	Envio de informações em tempo real	A	U	U	U	-	-	-	-
		B	U	-	-	-	-	-	-
		C	U	U	-	-	-	-	-
	Obtenção e análise da informação com colaboração de tecnologias	A	U	-	U	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	U	-	-	-	U	-
	Capacidade de resposta aos clientes (simulação de valores, automação de resposta e agilidade)	A	PF	-	U	-	-	PF	-
		B	D	-	-	-	-	-	-
		C	U	U	-	-	-	U	-
	Capacidade de atender diferentes demandas e necessidades	A	PF	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	-	-	-	-	U	-

FONTE: a Autora (2020).

A gestão de relacionamento com o cliente é uma das principais operações e corresponde à maior parte dos esforços direcionados em qualquer empresa. Para as

empresas entrevistadas, as principais tecnologias com uso destinado a gerenciar o nível de serviço entregue aos clientes e, conseqüentemente, contribuir para entregar informações confiáveis e de qualidade são: *big data*, *IoT* e simulação. As empresas descritas nesta pesquisa têm utilizado sensores e / ou analisado a viabilidade de aplicação dos mesmos, encontrando vantagens na aplicação dos mesmos pois, além de melhorar suas operações de distribuição e armazenagem, fornecem diversos dados – em tempo real – que podem ser compartilhados com os clientes, mantendo-os informados com relação aos seus produtos e acompanhamento do nível de serviço.

A empresa A faz uso de sensores em algumas partes do processo que facilitam a entrada de dados em sistema e, conseqüentemente, o compartilhamento destas informações. A empresa investiu na instalação de portais em seus terminais, com sensores RFIDs e câmeras que fazem a leitura dos contêineres durante a entrada e saída de suas instalações. Por meio deste registro, as informações são armazenadas no banco de dados da empresa, facilitando os processos sistêmicos com cada uma das unidades. Além de facilitar o trabalho diário e informar o cliente e armadores a respeito da localização das unidades, é possível avaliar o *status* físico no qual as unidades chegaram às instalações da empresa A e, de acordo com as especificações já determinadas, caso exista alguma divergência no estado de alguma unidade, um Registro de Ocorrência (R.O.) é aberto automaticamente, já notificando ao cliente e fornecedor da unidade. Com esta informação e as imagens dos danos, já é possível direcionar as unidades para o correto tratamento, reduzindo o tempo de indisponibilidade das mesmas.

Além de auxiliar na rápida tomada de ação, este registro é fundamental, tanto na entrada quanto na saída das unidades pois, em caso de alguma avaria na chegada aos terminais na empresa A ou nos locais de destino, há como identificar em qual parte do processo o dano ocorreu e responsabilizar as partes adequadamente.

Além disso, ao longo do transporte das cargas, as composições são equipadas com GPS (*Global Positioning System*), que informa, em tempo real, a localização, enviando estas informações para um servidor, onde as mesmas são armazenadas e compartilhadas com os clientes. Todas as informações adquiridas por meio de sensores são armazenadas em um servidor virtual – uso de *cloud* – e as mesmas são compartilhadas ao cliente em uma plataforma digital desenvolvida com acesso exclusivo a cada cliente – acesso via aplicativo ou computadores.

Nesta plataforma dedicada ao cliente, o mesmo é capaz de acompanhar todas as unidades disponibilizadas aos mesmos, quais já estão aptas para serem encaminhadas aos seus destinos, quais estão sendo transportadas e as unidades que já chegaram ao destino. Por meio desta plataforma, tanto cliente quanto transportadoras são capazes de realizar agendamentos rodoviários para coleta e entrega de unidades. Como desenvolvimento e maior robustez da plataforma, a empresa também deseja disponibilizar informações financeiras a respeito dos serviços ofertados ao cliente (cobranças, valores cobrados, contratos, entre outros).

Além disso, a empresa A também está investindo no desenvolvimento de plataformas digitais de simulação – conforme citado nas operações de gestão da demanda e desenvolvimento de produto. Por meio desta plataforma, o cliente pode simular diferentes cenários para seus serviços, obtendo retorno instantâneo. Da mesma forma, a empresa é capaz de projetar diversos cenários, reduzindo o tempo de espera do cliente por um retorno quanto à viabilidade e aceite da demanda.

A empresa B faz pouca aplicação de tecnologias no que diz respeito à gestão de relacionamento com o cliente. Por meio da plataforma digital desenvolvida para gestão da demanda e desenvolvimento de produto, a empresa seria capaz de retornar ao cliente quanto ao aceite de novas demandas e retornar de modo mais ágil ao cliente, porém dado conflito com sistema já existente do cliente e entrada de dados manuais, não foi dada continuidade ao uso da plataforma. Apesar de não aplicar outras tecnologias, a empresa B possui controle sobre seus dados de produtividade e as informações do cliente, apresentando e compartilhando as mesmas, diariamente, porém não de forma integrada e em tempo real.

Já a empresa C, semelhante à empresa A, faz uso de ferramentas digitais, sendo estas de grande importância para criar histórico de dados e compartilhar as mesmas com os clientes. Dentre os recursos utilizados, a empresa faz uso de sensores nos trilhos da linha férrea, de modo que os mesmos reportem alterações físicas nos mesmos, como dilatação ou trincas. Isso permite que a equipe de inteligência que acompanha a circulação tome as ações necessárias – antecipadamente – evitando acidentes e avarias de cargas. Em caso de fenômenos da natureza (chuvas intensas, desmoronamentos, alagamentos, entre outros), estas informações também são reportadas e a empresa consegue tomar algumas ações como interromper o fluxo de circulação ou alterar o destino de alguma composição, também reduzindo riscos. Todas estas informações, além de importantes para a

definição das estratégias a serem tomadas pela empresa, são recebidas em tempo real, sendo compartilhadas com o cliente o mais breve possível. Além disso, todas as composições são equipadas com GPS, permitindo a localização em tempo real das cargas em transporte.

Conforme também já apresentado, a empresa C também faz uso de simuladores, com base em dados históricos, também advindos dos sensores. Por meio destas informações, a empresa torna-se capaz de, além de projetar diferentes cenários, reduzindo o tempo de retorno ao cliente, identificar um padrão em ocorrências dos fenômenos apresentados, como dilatação de trilhos e chuvas intensas. De posse destas informações, a empresa investe em recursos para minimizar os impactos destes eventos e otimizar sua capacidade e nível de serviço.

Em complemento e sendo uma prática não identificada na literatura, a empresa C está desenvolvendo um projeto que visa utilizar o *blockchain* nos contratos firmados com seus clientes. Além de assegurar as informações e aumentar sua confiabilidade / credibilidade, os dados são armazenados de forma lógica, podendo ser acessados a qualquer momento e mantendo histórico de todas as operações realizadas.

4.3.4.1 Discussão de resultados processo de gestão de relacionamento com o cliente

Conforme observado na literatura e apresentado nesta pesquisa em seções anteriores, as cadeias de suprimentos flexíveis têm, como um de seus principais objetivos tornarem-se cada vez mais competitivas e, para tal, atender às demandas e necessidades dos clientes é uma das operações que exige maior atenção (ANGKIRIWANG; PUJAWAN; SANTOSA, 2014; GUPTA et al., 2019; VICKERY; CALANTONE; DRÖGE, 1999). Assim, os clientes desejam, cada vez mais, receber informações, em tempo real, sobre o *status* dos serviços e / ou produtos, tendo visibilidade das operações ao longo das cadeias de suprimentos. Para tanto, as ferramentas digitais vêm para complementar e garantir que o cliente tenha acesso à todas as informações e, de posse das mesmas, planejar e tomar decisões (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GUPTA et al., 2019).

Assim, o uso das tecnologias IoT, *big data* e simulação estão entre as principais tecnologias citadas e aplicadas às operações de gestão de relacionamento ao cliente (BIENHAUS; HADDUD, 2018; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; FARAHANI; MEIER; WILKE, 2016; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; WU et al., 2016). Estas ferramentas são úteis para melhorar a visibilidade dos serviços e produtos ao longo da cadeia, munindo as empresas e, conseqüentemente, seus clientes de informações relevantes e estratégicas aos negócios, sendo estas compartilhadas em nuvem. Por fim, a simulação também se apresenta como uma ferramenta de grande relevância, visto que é possível planejar diferentes cenários para atender diferentes necessidades dos clientes e gerenciar riscos.

Assim, conforme observado, as empresas entrevistadas fazem o uso destas ferramentas mais utilizadas, porém, apesar do uso, conforme apresentado no QUADRO 28, as empresas ainda não utilizam as ferramentas com todo o potencial que as mesmas oferecem. Conforme as funcionalidades apresentadas por autores como Buyukozkan e Goçer (2018) e Frank; Dalenogare e Ayala (2019), a aplicação de sensores para rastreabilidade, acompanhamento e a análise de dados e compartilhamento dos mesmos, poderia contar com maior auxílio das ferramentas citadas. Por exemplo, grande parte dos dados coletados pelas empresas entrevistadas, não recebem o tratamento adequado ou são apresentados da melhor forma ao cliente, não atendendo suas expectativas e necessidades. Muitos dos dados adquiridos, como no caso da empresa B ainda possuem entrada manual, sem ferramentas digitais que contribuem para a coleta dos mesmos. Além de perda de agilidade no envio da informação, as chances de erro são aumentadas por possíveis erros humanos.

Além de sensores – observado nas empresas A e C – os dados são repassados aos clientes, porém não há integração com os sistemas do cliente e apenas na empresa A o cliente acessa as informações em nuvem, através de uma plataforma digital. Porém, ainda conforme relatado pela empresa entrevistada, nem todos os clientes já se adaptaram a pesquisar pelas informações nesta plataforma, preferindo recebê-las via *e-mail*. Com isso, percebe-se também outra barreira na implementação e uso destas tecnologias pois, ainda há uma parcela de clientes que não está adaptada e / ou não tem conhecimento a ponto de adotar o uso destas.

Ainda no que diz respeito a aplicação das tecnologias, as empresas A e C também tem desenvolvido projetos e plataformas digitais para melhorar a simulação de diversas situações e cenários de demanda e mercado mundial de negócios. Apesar da variedade de possibilidades que diversas ferramentas de simulação fornecem, com base na análise de dados coletados (*big data*), as empresas entrevistadas ainda não utilizam as mesmas em sua totalidade, como em situações que exigem uma completa gestão de riscos, evitando gastos para as empresas e desgastes com clientes.

4.3.5 Processo de gestão de armazenagem

No QUADRO 29 são apresentados os resultados encontrados para o uso das ferramentas digitais nas operações de gestão de armazenagem.

QUADRO 29 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE ARMAZENAGEM

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			<i>Big data</i>	<i>IoT</i>	<i>Cloud</i>	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	<i>Blockchain</i>
Gestão de armazenagem	Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos	A	U	U	U	-	-	-	-
		B	U	U	-	-	-	-	-
		C	U	U	U	-	-	-	-
	Uso de sensores em armazéns	A	-	PA	-	-	-	-	-
		B	U	U	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-
	Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes	A	U	U	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	U	-	-	-	-	-
	Flexibilidade na alteração de atividades que um mesmo operador pode desempenhar (flexibilidade de mão de obra)	A	U	U	-	-	-	-	-
		B	U	PA	-	D	-	-	-
		C	U	-	-	U	-	-	-
Flexibilidade em alterar layouts e velocidade de mudança	A	-	-	-	-	-	-	-	
	B	U	U	-	-	-	-	-	
	C	-	-	-	-	-	PA	-	

FONTE: a Autora (2020).

A gestão de armazéns é uma das operações que apresenta maior aplicabilidade das ferramentas digitais apontadas nesta pesquisa. Conforme

identificado nas empresas entrevistadas, as principais ferramentas utilizadas para esta gestão são: *big data*, IoT e simulação.

A empresa A, por meio dos sensores e câmeras instalados no momento da chegada das unidades através da ferrovia, armazena as informações em seus sistemas – nuvem – conseguindo informar todas as alterações que acontecem com estas unidades, como a retirada das mesmas pelo cliente do armazém, possíveis avarias e se as mesmas estão cheias ou vazias. Todas estas informações em sistema são informadas de forma manual, tanto saídas rodoviárias quanto carregamento das mesmas com as cargas ou não. Uma vez estas informações em sistema, o cliente consegue acompanhá-las por meio da plataforma digital. Além disso, conforme informado para as outras operações, essas informações são compartilhadas entre clientes e com fornecedores das unidades (armadores) e as empresas que realizam os reparos, nos casos de avarias.

Em desenvolvimento, a empresa também está instalando sensores ao longo de seus armazéns e locais de posicionamento de contêineres, de forma a conseguir mapear todas estas áreas e obter, em tempo real, a localização das unidades em suas instalações. O projeto visa, além de reduzir o tempo de busca pelas unidades, melhor planejamento, organização e alteração de *layouts*, hoje inviáveis para a empresa, dado a falta de informações confiáveis e ágeis. Além disso, o uso dos sensores e as informações armazenadas em sistema, também contribuem para maior facilidade no trabalho, reduzindo tempo com treinamentos para atividades meramente manuais ou, no caso da ausência de algum colaborador, as informações estão de fácil acesso a todos os interessados.

A empresa B, que tem como principal área de atuação no Brasil a armazenagem, também faz uso de sensores em suas instalações, de modo a facilitar o rastreamento das unidades e compartilhar informações com seus clientes. Os *pallets* em seus armazéns possuem todos RFIDs, que permitem o registro das informações das unidades, como data de fabricação, validade, quantidade, produto, entre outros. Estas informações são fundamentais para a organização dos armazéns, facilitando na alteração de *layouts*, redução de movimentações e respeitando as entradas e saídas das unidades (FIFO – *Firts in First out*).

Com relação à flexibilidade de mão de obra, a empresa B também possui algumas iniciativas. Uma delas está relacionada ao uso de *drones* para fazer o inventário das unidades em estoque de forma ágil e evitando o uso de recursos para

esta atividade. Porém, por questões de segurança, o projeto foi descartado em sua fase de testes.

Outra aplicação por parte da empresa relacionada à flexibilidade de mão de obra e otimização de atividades é a instalação de sensores em todo o armazém. Em paralelo, uma plataforma digital será desenvolvida, recebendo os dados destes sensores, que indicarão aos operadores de empilhadeiras e veículos de movimentação, qual o melhor caminho a ser percorrido. Com isso, além de auxiliar os operadores com relação às movimentações e deslocamentos, há melhora no tempo de operação, otimização das movimentações e maior segurança às atividades. Além disso, a empresa visa, futuramente, a aplicação de veículos autônomos em suas instalações.

A empresa C, por sua vez, não faz aplicação de sensores em seus armazéns, apenas mantém o controle de estoque em sistemas, mas não possui ferramentas que auxiliam nesse controle automático e ágil. Essas informações são registradas em sistema são compartilhadas com os clientes, como saldo de estoque de seus produtos, acompanhamento da armazenagem em silos, tempo, produto, entre outros.

No que diz respeito à flexibilidade de mão de obra, a empresa tem investido e continua buscando a aplicação de tecnologias que contribuam para as atividades. Atualmente a empresa possui sistemas em suas locomotivas com registros do relevo e do percurso, permitindo que a própria máquina se adapte às condições e limites do trecho, havendo intervenção humana em situações adversas ou mais complexas, como obstáculos não detectados ou não visibilidade do percurso. Além disso, a escala de trabalho dos operadores é feita de forma automática, com o sistema definindo dias e períodos de atividades.

Por fim, a empresa C também tem realizado investimentos no desenvolvimento de plataformas de simulação para alteração de *layout*, mas não para alteração de armazéns em específico, mas sim para melhorar a organização de seus ativos em suas instalações, de forma a otimizar as movimentações e facilitar em casos de necessidade de alterações de locais ou para aceite de novas demandas.

4.3.5.1 Discussão de resultados processo de gestão de armazenagem

Para a gestão de armazenagem, novamente, destacam-se as ferramentas IoT, *big data*, *cloud*, veículos autônomos e simulação e, apesar da aplicação por parte

das empresas entrevistadas em questão, a aplicabilidade das mesmas poderia ser melhor aproveitada, principalmente pela empresa B, visto que no Brasil é sua principal atividade como operador logístico. Mesmo sendo esta sua principal função, a empresa ainda possui barreiras para a implementação das tecnologias por duas principais razões: visando não conflitar com sistemas e dados de seu cliente e as dificuldades na implementação e alto custo no Brasil. Elevando os custos, os mesmos seriam, conseqüentemente, repassados ao cliente que, mesmo notando melhora na qualidade do serviço prestado, pode não desejar pagar a mais.

A empresa A também é uma empresa que tem potencial para aumentar os investimentos em sensores, de forma a melhorar o controle dos estoques e minimizar as perdas e atrasos nas informações. O mesmo pode ser direcionado à empresa C, que também precisa gerenciar o estoque de produtos de seus clientes armazenados em silos.

Além do uso de sensores para controle dos dados e estoque, o uso dos mesmos é útil na localização de produtos em armazéns, bem como para sua classificação e organização de acordo com data de fabricação, validade e tipo de produto. Por meio destes sensores com o detalhamento de cada produto, a reorganização e alteração de *layouts* é facilitada visto que, por meio dos dados coletados, é possível simular outras formas de organização para definir a mais eficiente.

Por fim, o uso de veículos e robôs autônomos também é muito utilizada e, ao contrário do que ainda é dito, os mesmos não substituem a mão de obra, apenas exigem maior especialização para o controle dos equipamentos. Os mesmos fazem uso de sensores para localização e evitar acidentes, aumentando a segurança e minimizando as perdas que podem ser provocadas pelo mau manuseio das cargas. Um exemplo apresentado por Ivanov, Dolgui e Sokolov (2019) da Amazon que, recentemente, solicitou patente de um robô de empacotamento automático que tem inteligência que identifica qual a melhor forma de empacotamento de cada produto, minimizando as perdas.

4.3.6 Processo de gestão de distribuição

No QUADRO 30 são apresentadas as tecnologias aplicadas pelas empresas para as operações de gestão da distribuição.

QUADRO 30 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE DISTRIBUIÇÃO

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Gestão de distribuição	Conhecimento e visibilidade do fluxo do produto pela Cadeia de Suprimentos	A	U	U	U	-	-	-	-
		B	D	D	-	-	-	-	-
		C	U	U	-	-	-	-	-
	Roteirização	A	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	U	-	U	-	U	-
	Uso de sensores em ativos em geral	A	U	U	-	-	-	-	-
		B	-	U	-	-	-	-	-
		C	U	-	-	-	-	-	-
	Fluidez da informação fornecedores, fabricantes e clientes	A	U	U	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	U	-	-	-	-	-

FONTE: a Autora (2020).

Assim como para gerenciamento dos armazéns, a gestão da distribuição também é uma das que apresenta maior aplicabilidade de ferramentas digitais, principalmente para as empresas A e C.

Conforme já informado, as empresas A e C possuem o acompanhamento das cargas e seu deslocamento ao longo dos trajetos percorridos pelas mesmas, conseguindo acessar estas informações em tempo real e compartilhar com os clientes e analisar os dados, para tomadas de decisão, se necessário. Porém, ainda com relação à segurança, nenhuma das duas empresas faz uso das ferramentas digitais para detectar furtos, avarias ou problemas na carga ao longo do percurso. Estes casos apenas são identificados pelos operadores ou ao longo do caminho, em paradas estratégicas para ajustes das máquinas e trocas de equipes. Todas as informações adquiridas são compartilhadas com os clientes, para saber a localização das cargas, conforme já citado anteriormente.

A empresa C, por sua vez, além dos sensores, utiliza de outras tecnologias, como dados históricos e simuladores para roteirização e definição das melhores rotas, de acordo com a quantidade de composições em circulação. Por meio destas simulações a empresa também é capaz de identificar a necessidade de mais recursos

ou a saturação da malha ferroviária, evitando tomadas de ações que podem comprometer as operações em andamento. Além disso, a empresa também está utilizando *drones* para maior acessibilidade a regiões em que o acesso é mais demorado. Por meio desta tecnologia já é possível analisar o cenário e verificar as ações necessárias a serem tomadas.

Por fim, a empresa B, não possui tantos investimentos relacionados à gestão de distribuição, visto que não é responsável por esta operação de seus clientes no Brasil. Desta forma, o transporte é realizado por outras empresas terceirizadas, contratadas pelo cliente. As mesmas possuem tecnologias aplicadas, como rastreadores, sensores, entre outros, mas que não estão sob a gestão da empresa B, nem mesmo acesso. A empresa já fez algumas sugestões de aplicações tecnológicas ao cliente, mas por entrar em conflito com outros fornecedores, os projetos não evoluíram.

4.3.6.1 Discussão de resultados processo de gestão de distribuição

No que diz respeito à gestão de distribuição, dentre as empresas entrevistadas, as que possuem maior destaque são as empresas A e C, dado que a empresa B possui como atividade principal a gestão de armazéns no Brasil. Para esta operação, as empresas A e C fazem uso, principalmente, de ferramentas como *Big data* e IoT.

Conforme já apresentado anteriormente, estas ferramentas são fundamentais na rastreabilidade de produtos ao longo da cadeia de suprimentos e mantê-los conectados gera maior visibilidade e troca de informações em tempo real, resultando na tomada de ação de forma mais ágil se necessária a resolução de problemas ou otimização de alguma atividade (BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; GAWANKAR; GUNASEKARAN; KAMBLE, 2019).

Além do uso de sensores para coleta e análise de dados para tomada de ações em tempo real, os mesmos são armazenados e compartilhados – *cloud* – formando bases de dados robustas para análises de tendências, padrões, planejamento de manutenções, vida útil de ativos e decisões estratégicas para as organizações.

Além dos benefícios já apresentados para as ferramentas *big data* e IoT nesta e outras operações, destaca-se na operação de distribuição o uso de veículos

autônomos. Apesar da aplicabilidade relativamente baixa, o uso dos mesmos apresenta grandes vantagens para a empresa C, pois permite realizar a análise das condições geográficas da via, adequando a condução de acordo, de forma a otimizar o uso do ativo, bem como reduzir os riscos de acidentes e aumentando a vida útil dos equipamentos.

Em complemento, o uso de *drones* por parte da empresa C aumenta seu alcance, principalmente em locais de difícil acesso. Por meio desta ferramenta, em casos de acidentes ou avarias de equipamentos, esta ferramenta é bastante útil para agilizar o acesso e identificar a gravidade da situação. Em complemento, como a empresa C é fornecedora da empresa A os benefícios do uso destas ferramentas são, conseqüentemente, observadas pela empresa cliente.

Entretanto, apesar da aplicabilidade das ferramentas, autores como Bechtsis et al (2018), informam que o uso de veículos autônomos apresenta diversas vantagens econômicas, sociais e sustentáveis. Além disso, os autores afirmam que o uso da ferramenta em questão é potencializado através do uso de plataformas digitais para a simulação de diferentes situações, de forma que, caso as mesmas ocorram em situações reais, as ações já sejam tomadas de forma imediata em qualquer nível da cadeia de suprimento.

Desta forma, dentre as tecnologias consideradas, os veículos autônomos são as de destaque para esta operação, porém, sua aplicabilidade no Brasil ainda é pequena, principalmente dado o fato do baixo investimento para o uso seguro destas ferramentas e valor para implementação.

4.3.7 Processo de gestão de fornecedores

No QUADRO 31 são apresentadas as tecnologias utilizadas pelas empresas para a gestão de fornecedores, bem como as aplicações e análise dos resultados.

Com relação à gestão de fornecedores, a aplicação por parte das empresas também não é aproveitada em sua totalidade. A empresa A utiliza de alguns dados históricos para compartilhá-los com alguns de seus fornecedores estratégicos – concessionária que administra os trechos e fornecedora de vagões – para algumas tratativas de interesse estratégico. Outra aplicação entre as empresas A e C é o envio de EDI de faturamento da empresa A para a C.

QUADRO 31 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA GESTÃO DE FORNECEDORES

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Gestão de fornecedores	Compartilhamento informações críticas e sensíveis relacionadas a questões operacionais e estratégicas	A	U	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-
	Customização dos serviços de acordo com a demanda de cada cliente ou nichos específicos	A	U	U	U	-	-	U	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	U	U	-	-	U	-
	Gestão de riscos	A	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	U	-	-	-	-	U	-

FONTE: a Autora (2020).

As empresas também fazem uso do IoT, *big data* e plataformas de simulação para a customização de serviços, com bases em dados históricos da empresa e seus fornecedores. Além disso, conforme a empresa C, a mesma faz uso de dados históricos para a gestão de riscos das empresas contratadas e simular diferentes situações e cenários para definir as melhores ações.

De acordo com as empresas, existem diversas razões para tal, sendo estas: diferença de maturidade digital entre as empresas; restrição na divulgação de dados do negócio e; complexidade no tratamento das informações para compartilhar. Além destas diferenças não é feita análise de risco dos fornecedores contratados, podendo este apresentar um grande risco ao negócio das empresas de acordo com a saúde financeira de cada fornecedor.

4.3.7.1 Discussão de resultados processo de gestão de fornecedores

O uso das ferramentas digitais apontadas nesta pesquisa tem papel fundamental no que se refere à gestão de fornecedores por parte das empresas que as utilizam. Estas ferramentas proporcionam maior integração entre as operações e atividades desenvolvidas, juntamente com os fornecedores, mantendo-os informados a respeito de todas as ocorrências, ações e atividades, desde que inerentes ao

processo que envolvem os mesmos (BEN-DAYA; HASSINI; BAHROUN, 2017; BUYUKOZKAN; GOCER, 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2019; Kamble et al., 2018).

De acordo com os autores, as ferramentas digitais tais como a IoT e *cloud* são vantajosas para a troca de informações entre cliente e fornecedor, visto que permite envio de dados em tempo real, otimizando as operações, permitindo a tomada de decisões / ações em conjunto e mitigando riscos. Por meio destes dados coletados através de sensores, as empresas são capazes de formar e armazenar grandes quantidades de dados – *big data* – resultando em criação de bases históricas para análises, projeções e simulações. Como resultado, obtêm-se cadeias de suprimentos cada vez mais integradas, robustas e flexíveis para mudanças de acordo com as necessidades, principalmente pelo fato dos fornecedores já estarem com a visão de negócio compartilhada.

Dentre as empresas entrevistadas, a maior sinergia está presente entre as empresas A e C que, conforme já mencionado, possuem uma relação de cliente (empresa A) – fornecedor (empresa C). A empresa C, em seu papel de fornecedor, disponibiliza diversas informações a respeito de trânsito, circulação das cargas, *status* e posicionamento. Estas informações podem ser consultadas em tempo real pela empresa A e são apresentadas a seus clientes por meio de uma plataforma digital. Além destas informações, as empresas também compartilham estratégias e necessidades futuras, baseadas na demanda de mercado, entretanto, estas informações ainda não compartilhadas de forma totalmente manual, sem gerar uma base de dados histórica que permita aos fornecedores estudar tendências e padrões.

Apesar dos benefícios apontados, para que essa integração e troca de dados seja efetiva e traga os resultados desejados, ambas as empresas precisam possuir sistemas flexíveis para integração, bem como possuir níveis de maturidade semelhantes para correta gestão da cadeia de suprimentos. Em complemento, a ação de compartilhar informações com fornecedores é fundamental para o desenvolvimento conjunto das empresas.

4.3.8 Processo de retorno e ciclo de vida

Por fim, no QUADRO 32 são apresentadas as tecnologias para o processo de retorno e ciclo de vida.

QUADRO 32 – USO DAS TECNOLOGIAS PARA RETORNO E CICLO DE VIDA

Processos da CS	Aspectos de análise	Empresa	Tecnologias						
			Big data	IoT	Cloud	Veículos autônomos	Manufatura aditiva	Simulação	Blockchain
Retorno e ciclo de vida	Planejar o ciclo de vida de acordo com a análise de demanda	A	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: a Autora (2020)

No que diz respeito ao retorno e ciclo de vida, nenhuma das empresas entrevistadas utilizam ferramentas digitais para a gestão desta operação. De acordo com as mesmas, por se tratarem de empresas de operação logística, esta gestão é feita por seus clientes, sendo as decisões e definições tomadas pelos mesmos, sem relação com os serviços prestados pelas operadoras logísticas deste estudo.

4.3.8.1 Discussão de resultados processo de retorno e ciclo de vida

Assim como a gestão financeira, a operação de retorno e ciclo de vida é uma das com menor uso de ferramentas digitais por parte das empresas entrevistadas. As principais aplicações estão voltadas à coleta de dados, ainda nas operações de gestão de demanda e desenvolvimento de produto, visando identificar o período de tempo em que os serviços prestados ainda são viáveis e compensam para as organizações.

Essas análises podem ser feitas ao longo da análise de desenvolvimento e simulações. Entretanto apesar de, muitas vezes, as organizações possuírem os dados necessários, não realizam as análises adequadas, conforme o caso das empresas entrevistadas para este estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em questão teve como objetivo o estudo da flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais de operadores logísticos no Brasil, visando identificar as práticas flexíveis estabelecendo sua relação com as ferramentas digitais, conforme apresentado no Capítulo 4. Para estabelecer a relação adotou-se como estratégia de pesquisa a RSL para definir os conceitos abordados e, posteriormente, definir as suas relações. Por meio do estudo teórico observou-se que o uso das ferramentas nas práticas de flexibilidade torna os processos e as cadeias de suprimentos digitais mais flexíveis. Para a constatação prática desta relação foi aplicado estudo multicaso com empresas brasileiras do segmento de operação logística.

Apresenta-se a seguir as conclusões acerca dos resultados obtidos na pesquisa, e para cada objetivo específico estão apresentadas considerações e conclusões. Ao final do capítulo são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

a) Estabelecer o conceito de cadeias de suprimentos digitais

O conceito das CSD, que identificou um total de 15 estudos relacionadas ao tema. Após análise, a definição estabelecida é de que se tratam de cadeias de suprimentos digitais que utilizam de ferramentas que as tornam mais inteligentes e eficientes, aumentando a visibilidade e controle de processos e operações, permitindo tomadas de decisões assertivas. Uma análise detalhada também foi realizada, visando não somente estabelecer o conceito de CSD, mas também suas características, destacando-se a instrumentação, interconectividade e inteligência, também apresentadas na seção 2.3.

Além da definição e caracterização das CSD, também foram identificados modelos para estruturação das mesmas, tendo sido adotado o modelo proposto por Seleme, Zattar e Detro (2020). Dentre os modelos analisados, o mesmo relaciona os níveis estratégico, tático e operacional, reforçando a importância na sinergia entre diferentes áreas e funções, tendo a flexibilidade como uma de suas competências essenciais, juntamente com análise do desempenho e sustentabilidade.

Em complemento a esta etapa da pesquisa, notou-se que, apesar dos benefícios da digitalização das CS, existem poucas pesquisas voltadas ao tema, identificando-se o espaço para desenvolvimento de estudos.

b) Identificar como a flexibilidade e suas dimensões estão inseridas nas cadeias de suprimentos digitais e

c) Identificar as práticas de flexibilidade nas cadeias de suprimentos digitais

Para estes objetivos, a RSL serviu como base na identificação das características e dimensões da flexibilidade – apresentadas na seção 2.1.1. Entretanto, antes de relacionar à flexibilidade à CSD, foram analisados estudos voltados à aplicação da flexibilidade em CS convencionais. De igual forma as dimensões e práticas foram estabelecidas, tendo sido estabelecidos um total de 31 (trinta e uma) práticas de flexibilidade em CS, conforme apresentado na seção 2.2.1.

Após identificadas as práticas de flexibilidade, estas foram relacionadas às CSD. A relação das dimensões e características com as operações e funções das CSD é inerente à mesma, visto que a flexibilidade foi identificada como uma de suas características, conforme apontado por Buyukozan e Goçer (2018). Já para as práticas, por sua vez, foram relacionadas aos 8 (oito) processos das CSD apresentados no modelo de Seleme, Zattar e Detro (2020).

A relação entre as práticas de flexibilidade e as CSD são a principal, contribuição desta pesquisa, sendo apresentadas na seção 4.2. As práticas são distribuídas dentro de cada processo, conforme o intuito da aplicação (análise de riscos, incertezas de mercado, visibilidade, entre outros). Além disso, foram apontadas as ferramentas digitais que contribuem no desempenho das práticas, destacando-se as seguintes tecnologias: IoT, *big data*, *cloud*, simulação e veículos autônomos. Com menor aplicação, porém adquirindo cada vez mais visibilidade, foram também apontadas as tecnologias de manufatura aditiva e *blockchain*.

De acordo com os estudos analisados com relação ao uso destas ferramentas, foi possível notar que, a aplicação das mesmas tem como intuito melhorar a troca de informações ao longo da CS, bem como tornar seus elos mais integrados, criando processos e operações resilientes, ágeis e de fácil adaptação, principais características para estabelecer a flexibilidade como competência nas CSD. Desta forma, conclui-se que a digitalização das CS as tornam mais flexíveis, visto os benefícios obtidos por meio do uso das ferramentas digitais, que atuam como facilitadores para as práticas flexíveis estabelecidas.

d) Confirmar as práticas de flexibilidade em cadeias de suprimentos digitais por meio de estudo multicaso

Com as informações teóricas e a relação entre práticas de flexibilidade e ferramentas digitais em processos da CSD, para identificar se os dados em questão são verificados nas organizações de operações logísticas no Brasil o estudo multicaso foi utilizado. Através da aplicação de entrevistas semiestruturadas e análise das informações, identificou-se que as práticas de flexibilidade são utilizadas, tendo como principais ferramentas digitais o *big data*, IoT, *cloud* e simulação, conforme apresentado na seção 4.2.

Entretanto, apesar da aplicação destas ferramentas, foi identificado ao longo das entrevistas e confirmado com os entrevistados, que as mesmas são utilizadas em atividades e/ou operações isoladas, mas não em sua totalidade. A análise foi baseada comparando os exemplos e objetivos das práticas apontadas na literatura e a aplicabilidade das ferramentas pelas empresas entrevistadas. Com base nessa relação entre as informações teóricas e a prática, notou-se que a capacidade existente a ser explorada.

Por fim, de acordo com observações realizadas ao longo das entrevistas, os principais fatores para o *déficit* identificado são: falta de incentivos e investimentos em infraestrutura para uso de transportes multimodais no Brasil; dificuldade no treinamento e capacitação dos colaboradores; falta de mão de obra especializada no Brasil para atuar com as ferramentas e prestar o suporte adequado; e falta de mensuração e indicadores que apresentem os ganhos e o valor agregado no uso das ferramentas em questão.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, aponta-se que esta dissertação apresenta e relaciona as práticas de flexibilidade em CSD, destacando a falta de mensuração por parte das empresas entrevistadas no estudo multicaso. Dessa forma, sugere-se que trabalhos sejam desenvolvidos indicando quais indicadores podem ser considerados para a mensuração destas práticas visando apresentar os benefícios da aplicação das ferramentas digitais e quais os impactos no uso das mesmas.

Também apontado como possível trabalho futuro é a análise das práticas de flexibilidade com outras ferramentas digitais – também identificadas nesta pesquisa e

apontadas na seção 2.3.2. Desta forma, é possível verificar qual a contribuição que as mesmas conferem para a flexibilidade e suas práticas.

Além desta análise, conforme apresentado, o modelo utilizado como base nesta pesquisa abrange todos os segmentos. Portanto, as práticas da flexibilidade podem ser analisadas em CS de empresas de diversos segmentos, dado que a escolha e aplicação das ferramentas digitais também está relacionada ao tipo de negócio e estratégias de cada organização.

Por último observou-se uma carência de pesquisas voltadas às CSD de um modo geral, sendo esta outra sugestão para o desenvolvimento e aprofundamento de estudos voltados à sua definição, características e dimensões, bem como estudos de caso que apresentem as aplicações, relações e tendências.

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.
- ADIVAR, B.; HÜSEYINOĞLU, I. Ö. Y.; CHRISTOPHER, M. A quantitative performance management framework for assessing omnichannel retail supply chains. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 48, p. 257–269, 2019.
- AGUEZZOUL, A. Third-party logistics selection problem : A literature review on criteria. **Omega**, v. 49, p. 69–78, 2014.
- ALCÁCER, V.; CRUZ-MACHADO, V. Scanning the Industry 4.0 : A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 22, n. 3, p. 899–919, 2019.
- ANGKIRIWANG, R.; PUJAWAN, I. N.; SANTOSA, B. Managing uncertainty through supply chain flexibility: reactive vs. proactive approaches. **Production and Manufacturing Research**, v. 2, n. 1, p. 50–70, 2014.
- ASLAM, H. et al. Dynamic supply chain capabilities: How market sensing, supply chain agility and adaptability affect supply chain ambidexterity. **INTERNATIONAL JOURNAL OF OPERATIONS & PRODUCTION MANAGEMENT**, v. 38, n. 12, p. 2266–2285, 2018.
- BAHA, K. M. N. Case Study: A Strategic Research Methodology. **American Journal of Applied Sciences**, p. 1602–1604, 2008.
- 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.
- BAI, C.; SARKIS, J. EVALUATING COMPLEX DECISION AND PREDICTIVE ENVIRONMENTS: THE CASE OF GREEN SUPPLY CHAIN FLEXIBILITY. **TECHNOLOGICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF ECONOMY**, v. 24, n. 4, p. 1630–1658, 2018.
- BARBOSA-POVOA, A. P.; PINTO, J. M. Process supply chains: Perspectives from academia and industry. **Computers & Chemical Engineering**, v. 132, p. 106606, 2020.
- 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. 0, n. 0, p. 1–24, 2017.

BERNARDES, E. S.; HANNA, M. D. A theoretical review of flexibility, agility and responsiveness in the operations management literature Toward a conceptual definition of customer responsiveness. **International Journal of Operations and Production Management**, n. August 2015, 2009.

BIDHANDI, R. A.; VALMOHAMMADI, C. Effects of supply chain agility on profitability. **BUSINESS PROCESS MANAGEMENT JOURNAL**, v. 23, n. 5, p. 1064–1082, 2017.

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.

BLOME, C.; SCHOENHERR, T.; ECKSTEIN, D. The impact of knowledge transfer and complexity on supply chain flexibility: A knowledge-based view. **International Journal of Production Economics**, v. 147, p. 307–316, 2014.

BODAGHI, G.; JOLAI, F.; RABBANI, M. Evaluating supply chain flexibility under demand uncertainty with smoothing approach and VMI considerations. **Journal of Industrial and Production Engineering**, v. 35, n. 8, p. 486–505, 2018.

BRUSSET, X.; TELLER, C. Supply chain capabilities, risks, and resilience. **International Journal of Production Economics**, v. 184, p. 59–68, 2017.

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

BUYUKOZKAN, G.; GOCER, F. Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research. **COMPUTERS IN INDUSTRY**, v. 97, p. 157–177, 2018.

CANDI, M.; BELTAGUI, A. Effective use of 3D printing in the innovation process. **TECHNOVATION**, v. 80–81, p. 63–73, 2019.

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

CHAN, F. T. S. Performance Measurement in a Supply Chain. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, p. 534–548, 2003.

CHO, D. W. et al. A framework for measuring the performance of service supply chain management. **Computers & Industrial Engineering**, v. 62, p. 801–818, 2012.

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.; TOWILL, D. A taxonomy for selecting global supply chain strategies. **The International Journal of Logistics Management**, v. 17, n. 2, p. 277–287, 2006.

CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D. An Integrated Model for the Design of Agile Supply Chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 31, p. 235–246, 2001.

CRESWELL, J. W. **Research design: qualitative, quantitative and mixed methods approaches**. [s.l.] SAGE Publications Inc., 2014.

DELFMANN, W. et al. The impact of electronic commerce on logistics service providers. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION & LOGISTICS MANAGEMENT**, v. 32, n. 3, p. 203–222, 2014.

DILEEP MORE; BABU, A. S. Dependency analysis approach for managing supply chain flexibility. **International Journal Procurement Management**, v. 3, n. 2, p. 105–144, 2010.

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, jan. 2018.

DOLGUI, A. et al. Blockchain-oriented dynamic modelling of smart contract design and execution in the supply chain. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH**, 2019.

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.

DOSSOU, P. E.; NACHIDI, M. Modeling Supply Chain Performance. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 838–845, 2017.

DUCLOS, L. K.; VOKURKA, R. J.; LUMMUS, R. R. A conceptual model of supply chain flexibility. **Industrial Management and Data Systems**, v. 103, n. 5–6, p. 446–456, 2003.

ESMAEILIKIA, M. et al. A tactical supply chain planning model with multiple flexibility options: an empirical evaluation. **Annals of Operations Research**, v. 244, n. 2, p. 429–454, 2014.

FARAHANI, P.; MEIER, C.; WILKE, J. **Digital Supply Chain Management Agenda for the Automotive Supplier Industry**. [s.l.: s.n.].

FLOYD J FOWLER, J. **Survey Research Methods**. [s.l.: s.n.]. v. 5

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.

GAWANKAR, S. A.; 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, p. 1–20, 2019.

GERWIN, D. Manufacturing Flexibility: A Strategic Perspective. **Management Science**, v. 39, p. 395–410, 1993.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª edição ed. São Paulo: [s.n.].

GOSLING, J.; PURVIS, L.; NAIM, M. M. Supply chain flexibility as a determinant of supplier selection. **International Journal of Production Economics**, v. 128, n. 1, p. 11–21, 2010.

GOYAL, G.; SAMALIA, H. V; VERMA, P. Mediating role of process simplification in process integration and upstream supply chain flexibility. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 67, n. 5, p. 825–844, 2018.

GREWAL, R.; TANSUHAJ, P. Building Organizational Capabilities for Managing Economic Crisis: The Role of Market Orientation and Strategic Flexibility. **Journal of Marketing**, v. 65, p. 67–80, 2001.

GUNASEKARAN, A. Supply chain management - Theory and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 159, n. 2 SPEC. ISS., p. 265–268, 2004.

GUNASEKARAN, A.; CHUNG, W. W. C. Special issue on supply chain management for the 21st century organizational competitiveness. **International Journal of Production Economics**, v. 87, n. 3, p. 209–212, 2004.

GUNASEKARAN, A.; HONG, P.; FUJIMOTO, T. Building supply chain system capabilities in the age of global complexity: Emerging theories and practices. **International Journal of Production Economics**, v. 147, n. PART B, p. 189–197, 2014.

GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. T. Information systems in supply chain integration and management. **EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH**, v. 159, p. 269–295, 2004.

GUNASEKARAN, A.; NGAI, E. W. T. The future of operations management: An outlook and analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 2, p. 687–701, 2012.

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

GUPTA, Y. P.; GOYAL, S. Flexibility of manufacturing systems: Concepts and measurements. **European Journal of Operational Research**, v. 43, n. 2, p. 119–135, 1989.

HARLAND, C. M. Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks. **British Journal of Management**, v. 7, n. March, 1996.

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.

HOLMBERG, S. A systems perspective on supply chain measurements. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 30, n. 10, p. 847–868, 2000.

HUANG, S.; FAN, Z.; WANG, X. The impact of transportation fee on the performance of capital-constrained supply chain under 3PL financing service. **Computers & Industrial Engineering**, v. 130, n. February, p. 358–369, 2019.

IVANOV, D. et al. The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. **International Journal of Production Research**, v. 0, n. 0, p. 1–18, 2018.

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.

K. MORLOK, E.; J. CHANG, D. Measuring capacity flexibility of a transportation system. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 38, p. 405–420, 2004.

KAMBLE, S. S. et al. Modeling the internet of things adoption barriers in food retail supply chains. **JOURNAL OF RETAILING AND CONSUMER SERVICES**, v. 48, p. 154–168, 2019.

KOSTE, L. L.; MALHOTRA, M. K. A theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility. 1999.

KOSTE, L. L.; MALHOTRA, M. K.; SHARMA, S. Measuring dimensions of manufacturing flexibility. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 2, p. 171–196, 2004.

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.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in Supply Chain Management. v. 83, p. 65–83, 2000.

LAO, Y.; HONG, P.; RAO, S. S. SUPPLY MANAGEMENT, SUPPLY FLEXIBILITY AND PERFORMANCE OUTCOMES: AN EMPIRICAL INVESTIGATION OF MANUFACTURING FIRMS. **JOURNAL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT**, v. 46, n. 3, p. 6–22, 2010.

LI, C.; LIU, S. A stochastic network model for ordering analysis in multi-stage supply chain systems. **SIMULATION MODELLING PRACTICE AND THEORY**, v. 22, p. 92–108, mar. 2012.

LUMMUS, R. R.; DUCLOS, L. K.; VOKURKA, R. J. Supply Chain Flexibility: Building

a new model. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 4, n. 4, p. 1–13, 2003.

LUMMUS, R. R.; VOKURKA, R. J. Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. 2009.

MALHOTRA, M. K.; MACKELPRANG, A. W. Are internal manufacturing and external supply chain flexibilities complementary capabilities? **Journal of Operations Management**, v. 30, n. 3, p. 180–200, 2012.

MANDERS, J.; CANIËLS, M. C. J.; GHIJSEN, P. Supply chain flexibility: a systematic literature review and research directions for future research. **The International Journal of Logistics Management**, 2014.

MARASCO, A. Third-party logistics: A literature review. v. 113, p. 127–147, 2008.

MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. [s.l.: s.n.].

MARTINEZ-SANCHEZ, A.; PEREZ PEREZ, M. Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry. **INTERNATIONAL JOURNAL OF OPERATIONS & PRODUCTION MANAGEMENT**, v. 25, n. 7, p. 681–700, 2005.

MERSCHMANN, U.; THONEMANN, U. W. Supply chain flexibility, uncertainty and firm performance: An empirical analysis of German manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 43–53, 2011.

MIRKOV, G.; BAKIĆ, Z.; DJAPIC, M. RFID technology in the function of generating flexible robotic sequences of the FMC. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**, v. 41, n. 12, 2019.

MOON, K. K.-L.; YI, C. Y.; NGAI, E. W. T. An instrument for measuring supply chain flexibility for the textile and clothing companies. **European Journal of Operational Research**, v. 222, n. 2, p. 191–203, 2012

NAIM, M.; ARYEE, G.; POTTER, A. Determining a logistics provider's flexibility capability. **International Journal of Production Economics**, v. 127, n. 1, p. 39–45, 2010.

NAIM, M. M. et al. The role of transport flexibility in logistics provision. **The International Journal of Logistics Management**, v. 17, n. 3, p. 297–311, 2006.

OKE, A. A framework for analysing manufacturing flexibility. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 10, p. 973–996, 2005.

OMAR, A. et al. A global analysis of orientation, coordination, and flexibility in supply chains. **Journal of Business Logistics**, v. 33, n. 2, p. 128–144, 2012.

PEREIRA, C. R.; CHRISTOPHER, M.; DA SILVA, A. L. Achieving supply chain

resilience: the role of procurement. **SUPPLY CHAIN MANAGEMENT-AN INTERNATIONAL JOURNAL**, v. 19, n. 5–6, p. 626–642, 2014.

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

READY, P. J.; GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. Bottom-up approach based on Internet of Things for order fulfillment in a collaborative warehousing environment. **International Journal of Production Economics**, v. 159, p. 29–40, 2015.

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

SANCHEZ, R. Strategic Flexibility in Product Competition. **Strategic Management Journal**, v. 16, p. 135–159, 1995.

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.

SCHÜTZ, P.; TOMASGARD, A. The impact of flexibility on operational supply chain planning. **International Journal of Production Economics**, v. 134, n. 2, p. 300–311, 2011.

SEEBACHER, G.; WINKLER, H. A capability approach to evaluate supply chain flexibility. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS**, v. 167, p. 177–186, 2015.

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

SINGH, N.; SUSHIL. Flexibility in Product Development for Success in Dynamic Market Environment. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 5, n. 1, p. 1–13, 2004.

SINGH, R. K. et al. Prioritisation of flexibility enablers using AHP in steel making via electric arc furnace. **International Journal of Procurement Management**, v. 10, n. 4, p. 524–538, 2017.

SINGH, R. K.; KOUL, S.; KUMAR, P. Analyzing the interaction of factors for flexibility in supply chains. **Journal of Modelling in Management**, v. 12, n. 4, p. 671–689, 2017.

SINGH, R. K.; P. Supply Chain Flexibility: A Frame Work of Research Dimensions. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 14, n. 3, p. 157–166, 2013.

SLACK, N. Flexibility as a Manufacturing Objective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 3, n. 3, p. 4–13, 1983.

SLACK, N. Manufacturing systems flexibility - an assessment procedure. v. 1, n. 1, p. 25–31, 1988.

SPIEGLER, V. L. M.; NAIM, M. M.; WIKNER, J. A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH**, v. 50, n. 21, SI, p. 6162–6187, 2012.

SREEDEVI, R.; SARANGA, H. Uncertainty and supply chain risk: The moderating role of supply chain flexibility in risk mitigation. **International Journal of Production Economics**, v. 193, n. July, p. 332–342, 2017.

STEVENSON, M.; SPRING, M. Flexibility from a supply chain perspective: definition and review. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 27, p. 685–713, 2007.

SWAFFORD, P. M.; GHOSH, S.; MURTHY, N. Achieving supply chain agility through IT integration and flexibility. **International Journal of Production Economics**, v. 116, p. 288–297, 2008.

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.

THOMÉ, ANTONIO MÁRCIOT. SCAVARDA, L. F. et al. A multi-tier study on supply chain flexibility in the automotive industry. **Intern. Journal of Production Economics**, v. 158, p. 91–105, 2014.

THUN, Ã.; HOENIG, D. An empirical analysis of supply chain risk management in the German automotive industry. **International Journal of Production Economics**, v. 131, p. 242–249, 2011.

UPTON, D. M. The Management of Manufacturing Flexibility. **California Management Review**, v. 36, n. 2, p. 72–89, 1994.

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.

VICKERY, S. N.; CALANTONE, R.; DRÖGE, C. Supply Chain Flexibility: An Empirical Study. **Journal of Supply Chain Management**, v. 35, n. 2, p. 16–24, 1999.

VOKURKA, R.; W O'LEARY-KELLY, S. Review of empirical research on manufacturing flexibility. **Journal of Operations Management**, v. 18, p. 485–501, 2000.

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

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, Y. A dual-response strategy for global logistics under uncertainty: a case study of

a third-party logistics company. **INTERNATIONAL TRANSACTIONS IN OPERATIONAL RESEARCH**, v. 19, n. 3, p. 397–419, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. [s.l: s.n.].

YU, K. et al. Supply chain information integration, flexibility, and operational performance: An archival search and content analysis. **INTERNATIONAL JOURNAL OF LOGISTICS MANAGEMENT**, v. 29, n. 1, p. 340–364, 2018.

YU, K.; CADEAUX, J.; NANFENG, B. Operational flexibility: Review and meta-analysis. **INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS**, v. 169, p. 190–202, 2015.

ZHANG, Q. et al. A new method for measuring process flexibility of product design. **INTERNATIONAL TRANSACTIONS IN OPERATIONAL RESEARCH**, v. 24, p. 821–838, jul. 2017.