

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO**

Erik Carlos Ferreira Da Rocha

Emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil

Juiz de Fora

2021

Erik Carlos Ferreira da Rocha

Emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil

Dissertação de mestrado apresentada
como requisito parcial para a conclusão do
Mestrado Acadêmico em Administração,
da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Oliveira da Silva

Coorientadora: Prof^a. Dra. Rebecca Impelizeri Moura da Silveira

Juiz de Fora

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rocha, Erik Carlos Ferreira da.

Emprego da tecnologia blockchain em cadeias de suprimentos no Brasil / Erik Carlos Ferreira da Rocha. -- 2021.

139 p. : il.

Orientador: Rodrigo Oliveira da Silva

Coorientadora: Rebecca Impelizeri Moura da Silveira

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Administração e Ciências Contábeis.

Programa de Pós-Graduação em Administração, 2021.

1. Blockchain. 2. Cadeia de suprimentos. 3. Rastreabilidade. 4. Confiança. 5. Contratos inteligentes. I. Silva, Rodrigo Oliveira da, orient. II. Silveira, Rebecca Impelizeri Moura da, coorient. III. Título.

ERIK CARLOS FERREIRA DA ROCHA

Emprego da tecnologia blockchain em cadeias de suprimentos no Brasil

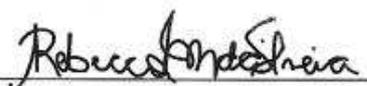
Dissertação apresentada à Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Administração. Área de concentração: Gestão das Organizações

Aprovada em 03 de novembro de 2021

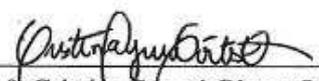
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rodrigo Oliveira da Silva - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof.ª. Dr.ª. Rebecca Impelizeri Moura da Silveira - Coorientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof.ª. Dr.ª. Cristina Sayuri Côrtes Ouchi Dusi
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Geraldo Magela Jardim Barra
Universidade Federal de São João del-Rei

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos pelo apoio incondicional.

Ao meu orientador Rodrigo e à minha coorientadora Rebecca pelos inestimáveis ensinamentos, paciência e por terem acreditado na pesquisa.

Aos professores Geraldo e Cristina pelas valiosas contribuições na banca examinadora.

Aos profissionais da UFJF, da FACC e professores do PPGA que contribuíram no meu processo de formação.

À FAPEMIG pelo suporte financeiro.

E aos entrevistados que doaram seu tempo e conhecimento e tornaram essa pesquisa possível.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo investigar a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil. Criada em 2008, a tecnologia *blockchain* pode ser compreendida como um livro razão imutável e distribuído, desenvolvido com o intuito de permitir que transações financeiras fossem realizadas sem a presença de uma autoridade central. No entanto, nos últimos anos, outras aplicações da tecnologia foram percebidas, podendo impactar positivamente no relacionamento de parceiros presentes em uma cadeia de suprimentos, na confiança das transações e na rastreabilidade dos ativos. Nesse estudo, uma extensa revisão de literatura sobre o emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos foi realizada, assim como a elaboração de um esquema analítico que engloba toda a teoria foi apresentada. Para a coleta de dados, foi realizado um estudo de caso, em que se entrevistou gestores e pesquisadores de três atores presentes em um ecossistema que utiliza a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, as empresas de tecnologia provedoras dos *frameworks* do *blockchain*, empresas que operam a tecnologia em cadeias de suprimentos, e, por fim, os centros de pesquisa voltados para o estudo da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos. A partir da percepção dos entrevistados e embasado pela teoria, os resultados desse estudo identificaram as propriedades da tecnologia *blockchain* que estão proporcionando “ganhos em confiança” e otimizando a rastreabilidade em cadeias de suprimentos brasileiras. Também são revelados os desafios existentes referentes a um momento inicial da utilização da tecnologia *blockchain* nas cadeias de suprimentos nacionais.

Palavras-chave: Informação. Logística. Indústria 4.0. Internet das Coisas. Contratos inteligentes.

ABSTRACT

This research investigates the use of blockchain technology in supply chains in Brazil. Created in 2008, blockchain technology can be understood as an immutable and distributed ledger, developed with the intention of allowing financial transactions to be carried out without the presence of a central authority. However, in recent years, other applications of technology have been noticed, which can positively impact the relationship of partners present in a supply chain, the trust of transactions and the traceability of assets. In this study, an extensive literature review on the use of blockchain technology in supply chains was carried out, as well an analytical scheme that encompasses the entire theory was presented. For data collection, a case study was carried out, in which managers and researchers of three actors present in an ecosystem that use blockchain technology in supply chains, technology companies that provide blockchain frameworks, companies that operate the technology in supply chains, and, finally, research centers focused on the study of blockchain technology in supply chains. Based on the perception of respondents and theory, the results of this study identified the properties of blockchain technology that are enhancing trust and optimizing traceability in Brazilian supply chains. Also revealed the existing challenges related to an initial moment of the use of blockchain technology in national supply chains.

Keywords: Information. Logistics. Industry 4.0. Internet of Things. Smart contracts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do referencial teórico	18
Figura 2 - Fronteira em que se encontra esta dissertação	19
Figura 3 - Conjunto a que essa seção se refere.....	20
Figura 4 - Operações como processos de transformação.....	21
Figura 5 - Dificuldades de coordenação presentes em cadeias de suprimentos	32
Figura 6 - Tópicos abordados nessa seção em diante.....	33
Figura 7 - Atividades de valor presentes em uma cadeia de valor	34
Figura 8 - Sistema de valor	35
Figura 9 - Um <i>blockchain</i>	38
Figura 10 - Diferenças entre redes centralizadas e redes distribuídas (P2P).....	41
Figura 11 - Escopo a que este segmento se direciona	47
Figura 12 - Características da tecnologia <i>blockchain</i> que permitem o estreitamento das relações entre parceiros em uma cadeia de suprimentos	49
Figura 13 - Principais barreiras para o emprego da tecnologia <i>blockchain</i> em cadeias de suprimentos.....	61
Figura 14 - Integrantes e dificuldades presentes em uma cadeia de suprimentos....	66
Figura 15 - Ferramentas de SI e GCS para a otimização das operações das cadeias de suprimentos.....	67
Figura 16 - Benefícios resultantes da utilização da tecnologia <i>blockchain</i> em cadeias de suprimentos.....	68
Figura 17 - Desafios resultantes da utilização da tecnologia <i>blockchain</i> em cadeias de suprimentos.....	68
Figura 18 - Esquema analítico do referencial teórico	69
Figura 19 - Principais etapas do desenvolvimento da pergunta de pesquisa.....	73
Figura 20 - Esquema dos mecanismos de seleção	74
Figura 21 - Organização esquemática das categorias analisadas	81
Figura 22 - Objetivos da entrevista.....	83
Figura 23 - Qualidades que estão relacionadas com a subcategoria 'maior visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores'.	91
Figura 24 - Resultado da avaliação da subcategoria 'ganhos de coordenação'.....	93

Figura 25 - Resultado da avaliação da subcategoria 'permite a eliminação de intermediários'.....	95
Figura 26 - Resultado da avaliação da subcategoria 'automatização de transações'.	98
Figura 27 - Resultado da avaliação da subcategoria 'redução de fraudes e ganhos em auditabilidade'.	100
Figura 28 - Resultado da avaliação da subcategoria 'permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos'.	106
Figura 29 - Resultado da avaliação da subcategoria 'consenso permitindo a certificação'.	108
Figura 30 - Desafios intraorganizacionais identificados nessa pesquisa.....	115
Figura 31 - Desafios interorganizacionais identificados nessa pesquisa.....	118
Figura 32 - Desafios relacionados ao sistema identificados nessa pesquisa	119
Figura 33 - Desafios externos identificados nessa pesquisa.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais desafios mencionados por Simchi-Levi que podem impactar as futuras cadeias de suprimentos.....	25
Quadro 2 - Fatores observados por Fiksel et al. (2015) que expõem as cadeias de suprimentos às rupturas (continua).....	27
Quadro 3 - Fatores observados por Fiksel et al. (2015) que expõem as cadeias de suprimentos às rupturas (conclusão)	28
Quadro 4 - Considerações relativas à adoção da tecnologia <i>blockchain</i> em cadeias de suprimentos.....	42
Quadro 5 - Aspectos em que se deve levar em consideração para empregar a tecnologia <i>blockchain</i>	44
Quadro 6 - Impactos positivos da adoção da tecnologia <i>blockchain</i> nas operações e gestão da cadeia de suprimentos.....	53
Quadro 7 - Resumo das vantagens em confiança proporcionadas pela tecnologia <i>blockchain</i>	54
Quadro 8 - Principais características do <i>blockchain</i> para a rastreabilidade em cadeias de suprimento.....	60
Quadro 9 - Características dos processos do modelo SCOR	63
Quadro 10 - Benefícios práticos da adoção da tecnologia <i>blockchain</i> nos seis processos do modelo SCOR.....	64
Quadro 11 - Situações relevantes para os diferentes métodos de estudo em ciências	71
Quadro 12 - Subcategorias de análises "a priori" sobre os processos da cadeia de suprimentos.....	76
Quadro 13 - Características da categoria de análises "a priori": confiança	77
Quadro 14 - Características da categoria de análises "a priori": rastreabilidade.....	78
Quadro 15 - Subcategorias de análises "a priori" sobre os desafios da utilização da tecnologia <i>blockchain</i> nas cadeias de suprimentos.....	79
Quadro 16 - Gestores contatados para esse trabalho.....	84
Quadro 17 - Comparativo entre a teoria e as informações coletadas para a categoria: confiança.....	102
Quadro 18 - Comparativo entre a teoria e as informações coletadas para a categoria: rastreabilidade.....	110

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 OBJETIVO.....	15
1.3 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA	15
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 GESTÃO DE OPERAÇÕES E CADEIAS DE SUPRIMENTOS.....	20
2.1.1 Definição do conceito de gestão das cadeias de suprimentos	22
2.1.2 Desafios nas cadeias de suprimentos	24
2.1.3 Dificuldades de coordenação em cadeias de suprimentos	29
2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO COMO FERRAMENTA DE VANTAGEM COMPETITIVA.....	33
2.2.1 Sistemas de informação e a gestão da cadeia de suprimentos	35
2.3 BLOCKCHAIN	37
2.3.1 Breve conceituação e aplicabilidade da tecnologia <i>blockchain</i>	37
2.3.2 O “consenso” em redes descentralizadas e a confiança	39
2.3.3 Descentralização da informação	41
2.3.4 <i>Blockchains</i> permissionados e não permissionados	43
2.3.5 Contratos inteligentes (<i>Smart Contracts</i>)	45
2.3.6 <i>Blockchains</i> e o Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI)	46
2.4 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E A TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i>	47
2.4.1 Confiança na cadeia de suprimentos	49
2.4.1.1 <i>Transparência</i>	50
2.4.1.2 <i>Automatização</i>	50
2.4.1.3 <i>Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade</i>	51

2.4.1.4 Descentralização	52
2.4.2 Rastreabilidade na cadeia de suprimentos	55
2.4.2.1 Cadeia de suprimentos farmacêutica	57
2.4.2.2 Cadeia de suprimentos alimentares	58
2.4.2.3 Outras cadeias de suprimentos	59
2.4.3 Desafios da adoção da tecnologia <i>blockchain</i> em cadeias de suprimentos	61
2.5 O MODELO SCOR E A TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i>	62
2.6 CONSTRUÇÃO DO ESQUEMA ANALÍTICO	65
3 METODOLOGIA	70
3.1 ORIENTAÇÃO PARADIGMÁTICA E OBJETIVOS DA PESQUISA	70
3.2 MÉTODO.....	71
3.3 FASES DA PESQUISA	72
3.3.1 Formulação da pergunta de pesquisa	72
3.3.2 Pesquisa bibliográfica	73
3.3.3 Categorias de análise.....	75
3.3.3.1 Subcategorias referentes sobre os processos nas cadeias de suprimentos .	75
3.3.3.2 Subcategorias referentes à confiança nas cadeias de suprimentos.....	77
3.3.3.3 Subcategorias referentes à rastreabilidade nas cadeias de suprimentos	78
3.3.3.4 Subcategorias referentes aos desafios da implementação da tecnologia <i>blockchain</i> nas cadeias de suprimentos.....	79
3.3.4 Coleta de dados.....	82
3.3.4.1 Análise documental	82
3.3.4.2 Entrevistas.....	82
3.3.4.2.1 Seleção dos sujeitos da pesquisa	83
3.3.5 Análise dos dados.....	85
3.4 LIMITAÇÕES DO MÉTODO.....	86
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	87

4.1 CONFIANÇA	87
4.1.1 Maior visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores.....	89
4.1.2 Ganhos de coordenação.....	92
4.1.3 Permite a eliminação de intermediários	94
4.1.4 Automatização de transações	96
4.1.5 Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade	98
4.1.6 Resultados para a categoria confiança	100
4.2 RASTREABILIDADE	104
4.2.1 Permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos.....	104
4.2.2 Consenso permitindo a certificação.....	107
4.2.3 Resultados para a categoria rastreabilidade	109
4.3 DESAFIOS	111
4.3.1 Barreiras intraorganizacionais	112
4.3.2 Barreiras interorganizacionais	116
4.3.3 Barreiras relacionadas ao sistema	119
4.4.4 Barreiras externas	121
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
REFERÊNCIAS.....	127
APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS.....	137

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, o gerenciamento de cadeias de suprimentos tem se tornado cada vez mais complexo. A cadeia de suprimento de alguns produtos pode ter vários estágios, múltiplos locais geográficos, geralmente com mais de um país envolvido, elevado número de atores relacionados (muitas das vezes apresentando interesses conflitantes), altos custos de transporte, infraestruturas precárias, elevada competição, dentre outros (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010; MARR, 2018).

Para contornar esses desafios, a solução, geralmente, é investir em alianças estratégicas, compartilhamento de informação e tecnologia (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010).

Uma inovação tecnológica que tem possibilitado o estreitamento das relações entre diversos parceiros em uma cadeia de suprimentos e o compartilhamento de informações é o *blockchain*. A partir de 2016, muitas organizações têm se voltado para esta tecnologia visando transformar suas cadeias de suprimento (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

O *blockchain* é uma tecnologia que foi criada em 2008 por um desenvolvedor sob o pseudônimo de Satoshi Nakamoto. Essa tecnologia possibilitou que as transações eletrônicas fossem realizadas ponto a ponto, de forma segura e descentralizada (NAKAMOTO, 2008). Sua utilização foi implementada durante a crise financeira mundial de 2008 com a criptomoeda Bitcoin.

Essa inovação resultou em benefícios que extrapolam aos inicialmente projetados pela criptomoeda. O *blockchain* permite maior segurança nas relações entre organizações, como, por exemplo, na gestão de contratos, transações e registros, não havendo a necessidade de intermediação de uma terceira parte. O *blockchain* seria "uma máquina para criar confiança" (THE ECONOMIST, 2015, recurso online, tradução nossa).

De forma simplificada, a tecnologia *blockchain* pode ser compreendida como um livro razão distribuído, em que cada transação é registrada em um bloco, sendo que várias cópias são distribuídas para os outros computadores da rede (nós). Isto torna a transação transparente e mais segura, já que o registro de todas as transações fica ligado umas às outras. Além disso, a distribuição da informação elimina a necessidade de uma autoridade central (MARR, 2018).

A informação distribuída pela tecnologia *blockchain* é criptografada. Em outras palavras, "as *blockchains* são versões digitalizadas e mais seguras dos livros razão que os comerciantes confiam há milhares de anos" (MATSAKIS, 2018, recurso online, tradução nossa).

Organizações têm percebido ganhos positivos na distribuição da informação criptografada. Porém, essas empresas não compartilham das motivações ideológicas por trás do Bitcoin. Por exemplo, o fato de a informação ser pública e aberta é um dos atributos do *blockchain*, quando aplicado ao Bitcoin. Mas poucas empresas estão interessadas em compartilhar todas as suas informações para qualquer interessado, principalmente para seus concorrentes. Portanto, as *blockchains* corporativas são permissionadas aos usuários confiáveis (THE ECONOMIST, 2018).

Segundo Roberts (2017), as propriedades do *blockchain* tem despertado o interesse de empresas de diferentes setores, como, por exemplo, o financeiro, por conta das soluções que visam contornar a lentidão e reforçar a segurança em transações bancárias, e jurídico, pela racionalização do número de atores envolvidos no processo de elaboração e diligenciamento de contratos.

Na gestão da cadeia de suprimentos, a tecnologia *blockchain* tem se mostrado especialmente útil, com potencial de melhoramentos nos elos de ponta a ponta. Junto com os novos modelos de gestão, como a indústria 4.0 e a Internet Física, e apresentando sinergias com o advento de novas tecnologias, como a Internet das Coisas (*IoT*), Inteligência Artificial, entre outras (PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018).

Alguns aspectos justificam a implementação da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, principalmente por possibilitar o rastreamento até a origem de produtos consumidos (MATSAKIS, 2018).

Outro aspecto a ser considerado na troca de informações entre agentes de uma cadeia de suprimentos, segundo Marr (2018), é a dificuldade elevada para os compradores avaliarem o custo efetivo dos itens adquiridos, devido à falta de conhecimento técnico ou transparência por parte do fornecedor, assim como a dificuldade de identificação de atividades ilegais ou práticas antiéticas. Tais circunstâncias podem ser compreendidas como assimetria de informação (EISENHARDT, 1988).

Portanto, devido à complexidade e a necessidade de maior transparência nos relacionamentos e transações presentes em cadeias de suprimentos, diversas empresas têm buscado desenvolver soluções em *blockchain* - como, por exemplo, o

caso da parceria da IBM com a Maersk. Esta parceria tornou possível a utilização da assinatura digital via *blockchain*, garantindo às autoridades alfandegárias o compartilhamento de suas autorizações de embarque com as empresas e entidades do governo, tornando o processo de embarque dos contêineres mais ágil e proporcionando uma redução da burocracia do desembaraço aduaneiro (POPPER; LOHR, 2017).

Outro exemplo é o da Everledger, empresa que desenvolveu uma solução em *blockchain* que permite registrar mais de 40 características das pedras de diamantes, admitindo o seu rastreamento do consumidor final até sua origem. Foi uma forma de contornar o problema de fraudes e dos "diamantes de sangue"¹ (ROBERTS, 2017).

Em cadeias de suprimentos alimentares é relevante a possibilidade de rastrear a origem dos produtos, permitindo, por exemplo, a rápida localização de alimentos contaminados ou fraudados. Neste sentido, o Walmart, grande grupo supermercadista estadunidense, utilizou a tecnologia *blockchain* para rastrear carnes suínas de fazendas da China até as suas lojas. A adoção da tecnologia permitiu a redução do tempo de identificação de um produto fora das especificações de semanas para segundos. Empresas como a Unilever, Nestlé, Tyson e Dole também têm procurado seguir nesta direção (HACKETT, 2017).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Os desafios impostos em razão dos efeitos da globalização, a necessidade de ampliar o compartilhamento de informação entre as diversas empresas em uma cadeia (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010), as pressões exercidas pelos consumidores para que as empresas adotem mecanismos que certifiquem que suas cadeias de suprimentos são sustentáveis e livres de abusos de direitos de trabalho (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019), entre outros fatores, direcionam as cadeias de suprimentos em busca de novas soluções.

Por meio da utilização da tecnologia *blockchain*, empresas têm obtido resultados em rastreabilidade, custo, qualidade, agilidade, confiabilidade e sustentabilidade, que auxiliam na resolução dos desafios das cadeias de suprimentos modernas (KSHETRI, 2018).

¹ Diamantes extraídos por mão de obra, geralmente escrava, em zonas de guerras.

Portanto, tendo em vista os potenciais benefícios com a implementação da tecnologia *blockchain* nas cadeias de suprimentos, essa pesquisa procura responder a seguinte questão norteadora: **como está sendo utilizada a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil?**

1.2 OBJETIVO

O objetivo geral desta pesquisa é o de identificar e avaliar como está sendo a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil.

Visando direcionar os esforços para o alcance de seu objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- 1) Coletar as informações referentes às experiências recentes da adoção da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil;
- 2) Analisar as informações dos impactos da utilização dessa tecnologia nas cadeias de suprimentos nacionais;
- 3) Apresentar as vantagens e desafios da utilização do *blockchain* nesse contexto.

1.3 RELEVÂNCIA E JUSTIFICATIVA

Mesmo com o avanço das tecnologias atuais, as cadeias de suprimentos apresentam problemas de sincronia, tanto no fluxo físico, quanto no fluxo de informações. Os fluxos de informações são os responsáveis pela coordenação dos fluxos físicos entre os diversos parceiros presentes em uma cadeia de suprimentos e das atividades que agregam valor para o cliente (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

De acordo com Vyas, Beije e Krishnamachari (2019), muitos dos fluxos de informações nas cadeias de suprimentos atuais são realizados por meio de papel, ou com a utilização do intercâmbio eletrônico de dados, uma tecnologia de mais de 50 anos.

Segundo os autores, essas ferramentas convencionais são intimamente responsáveis por parte dos atrasos, que podem variar de semanas até vários meses, desperdícios, erros humanos, necessidade de intermediários, atritos administrativos, entre outras dificuldades em cadeias de suprimento.

No entanto, nos últimos anos, muitas organizações têm se voltado para a tecnologia *blockchain* no intuito de encontrar soluções para os problemas supracitados (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Gaur et al. (2018) comentam, também, sobre os benefícios da tecnologia *blockchain* para a rastreabilidade das transações ao possibilitar o acompanhamento em tempo real das remessas entre todos os elos da cadeia de suprimentos.

Segundo Iansiti e Lakhani (2017), o *blockchain* tem o potencial de revolucionar os negócios e redefinir empresas e economias, porém, algumas barreiras tecnológicas, governamentais, organizacionais e sociais devem ser vencidas.

Esta pesquisa pressupõe que é possível avaliar a utilização da tecnologia *blockchain* nas cadeias de suprimentos e apresentar as vantagens e os desafios de sua utilização no Brasil. Além disso, este trabalho se propõe a contribuir na direção de melhorar a compreensão desta tecnologia, e colaborar para a superação das barreiras acima mencionadas.

A relevância desse trabalho para o meio acadêmico se destaca por se constituir como uma nova fronteira de pesquisa (SIKORSKI; HAUGHTON; KRAFT, 2017). Tribis; El Bouchti e Bouayad (2018) constataram que somente em 2016 trabalhos acadêmicos mencionando a aplicação dessa tecnologia aliada a gestão das cadeias de suprimento começaram a ser publicados.

Tribis; El Bouchti e Bouayad (2018) apontaram, também, algumas lacunas presentes nos estudos já publicados, duas delas se encontram a seguir:

- a) A maioria dos modelos propostos não foi avaliada para aplicação no mundo real. Portanto, deve-se observar as viabilidades e aplicabilidades aos setores industriais;
- b) A baixa compreensão de como a tecnologia funciona resulta em uma grande dificuldade de reunir as partes relevantes e convencer a cadeia de suprimentos a adaptar seus sistemas antigos aos novos sistemas baseados em *blockchain*.

Este trabalho pretende atender a primeira lacuna, avaliando como a utilização dessa tecnologia tem se dado na prática.

Procura-se satisfazer a segunda lacuna elucidando benefícios e desafios da aplicação dessa tecnologia, pois espera-se que desta forma seja possível orientar futuras adoções da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo procurou aprofundar-se em como tem sido a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil, no período de 2018-2020. Para isso, foram selecionados três grupos de empresas: (1) empresas provedoras dos *frameworks* do *blockchain*, (2) empresas que operam a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, e, por fim, (3) centros de pesquisa voltados para o estudo da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

Para o enriquecimento do estudo, o contato foi restrito a gestores e pesquisadores com conhecimento de cadeia de suprimentos e, também, sobre a tecnologia *blockchain*.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse estudo está constituído em cinco capítulos. No primeiro capítulo são apresentadas a contextualização do tema, a pergunta de pesquisa, o objetivo geral e específicos, a relevância e justificativa do projeto e, por fim, a sua delimitação.

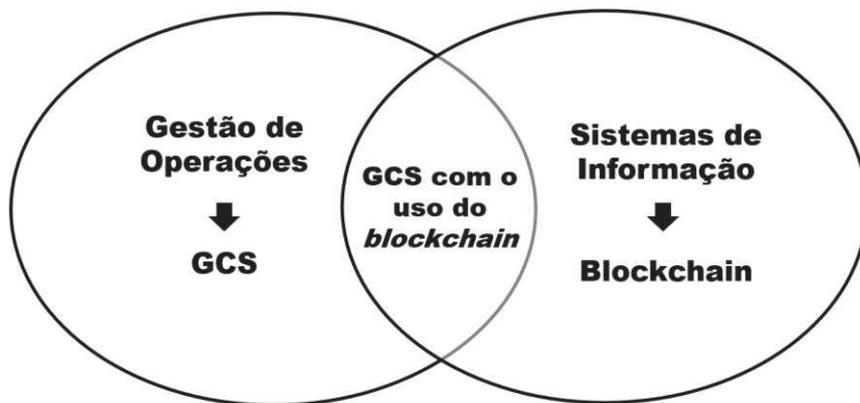
No segundo capítulo, são apresentadas as teorias que norteiam a pesquisa. No terceiro capítulo, encontram-se os tópicos referentes a metodologia de pesquisa, a orientação paradigmática, objetivos da pesquisa, descrições sobre as fases da pesquisa, da coleta e análise dos dados, e por fim, as limitações do método.

No quarto capítulo, estão presentes a discussão sobre as categorias de confiança e rastreabilidade, assim como os desafios da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil. Por fim, o quinto e último capítulo traz a conclusão da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial deste estudo divide-se em três seções: (1) introdução sobre a gestão de operações (GO) e introdução e definição sobre a gestão da cadeia de suprimentos (GCS); (2) as teorias dos sistemas de informação (SI) voltadas para negócios, bem como, as teorias referentes à tecnologia *blockchain*; e, (3) os trabalhos sobre a GCS com a adoção da tecnologia *blockchain*, como pode ser visualizado na Figura 1:

Figura 1 - Estrutura do referencial teórico



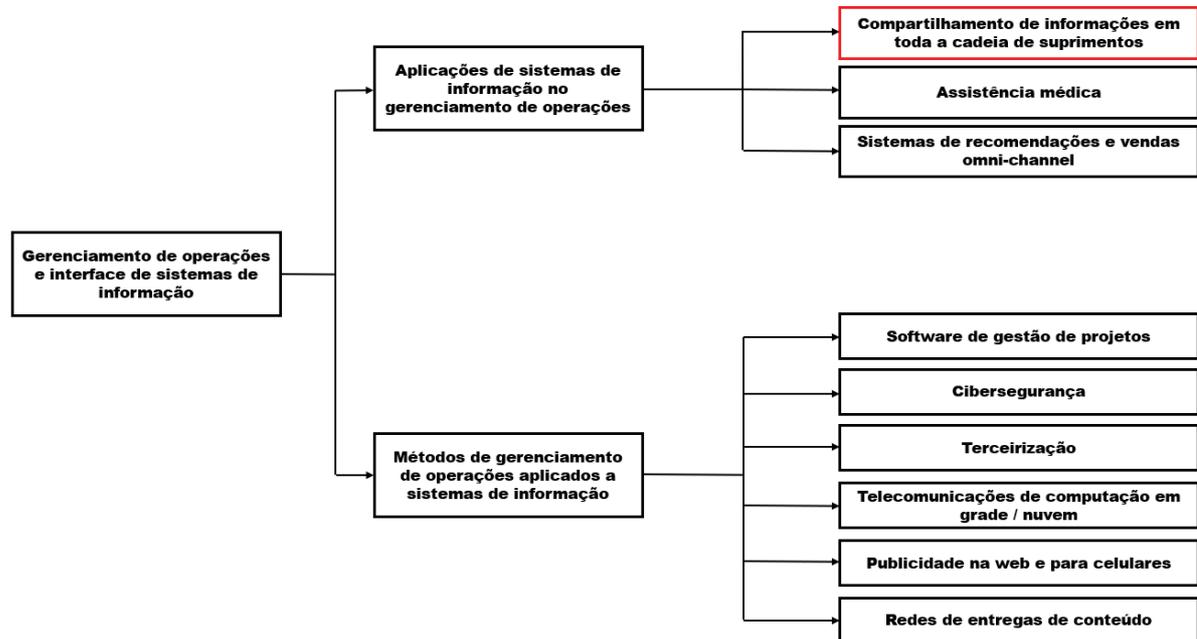
Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa organização é necessária devido à natureza multidisciplinar dessa pesquisa, uma vez que se encontra na interseção de duas áreas do conhecimento, a de SI e a de GO. Conforme Kumar, Mookerjee, Shubham (2018, p. 1894, tradução nossa):

GO trata de problemas frequentes (ou operacionais) enfrentados por indivíduos/organizações e muitos aplicativos de TI [tecnologia da informação] de sucesso nos negócios são operacionais por natureza, é natural que o SI e o GO estejam se tornando cada vez mais dependentes um do outro para criar valor.

A Figura 2, apresenta a relação existente entre essas duas áreas. Além das diversas ramificações referentes a cada uma delas.

Figura 2 - Fronteira em que se encontra esta dissertação



Fonte: Adaptado de Kumar, Mookerjee, Shubham (2018).

Kumar, Mookerjee, Shubham (2018) argumentam que essa interface entre GO e SI, tanto as tecnologias advindas dos SI podem ser utilizadas para solucionar os problemas de GO, assim como os desafios de SI podem ser solucionados com os procedimentos de GO.

Conforme destacado na Figura 2, o enfoque deste trabalho está relacionado com a primeira situação, mais especificamente com o compartilhamento de informações em toda a cadeia de suprimentos por meio de uma ferramenta de SI, visando a eficiência e eficácia das operações.

Muitos estudos avaliaram os benefícios do compartilhamento de informações, como, por exemplo, os estudos de Cachon e Fisher (2000) e Lee, So e Tang (2000), que detectaram os benefícios do compartilhamento da informação para a gestão de inventários, resultando em redução dos tempos de entregas e tamanhos dos lotes.

Prajogo e Olhager (2012) identificaram que o compartilhamento de informações ao longo da cadeia de suprimentos pode resultar em um melhor fluxo de materiais e, conseqüentemente, ganhos em eficiência operacional.

O compartilhamento de informações também apresentou resultados positivos no desempenho das entregas (ZHOU; BENTON JR, 2007), na redução do “efeito

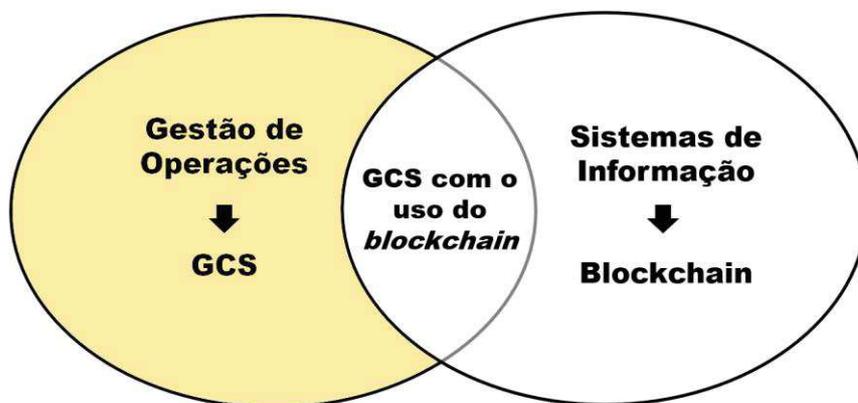
chicote”² (LEE; PADMANABHAN; WHANG, 1997; YU; YANG; CHEN, 2001), e na resiliência frente às rupturas no abastecimento (SCHOLTEN; SCHILDER, 2015), entre outros.

No contexto desse trabalho, avalia-se uma ferramenta de SI, que nesse caso é o *blockchain*, implementada visando melhorar o desempenho da GO presentes em cadeias de suprimentos. Tendo isso em mente, na próxima seção inicia-se o primeiro tópico ‘introdução sobre a GO e introdução e definição sobre a GCS’.

2.1 GESTÃO DE OPERAÇÕES E CADEIAS DE SUPRIMENTOS

A partir deste tópico, o referencial concentrou-se no primeiro conjunto apresentado na Figura 3. Apresentou-se, brevemente, a GO, demonstrou-se qual a relação entre a GO e a GCS, assim como as principais definições de GCS encontradas na literatura, e por fim, apresentação dos principais desafios e dificuldades de coordenação apresentados na GCS.

Figura 3 - Conjunto a que essa seção se refere



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para Krajewski, Malhotra e Ritzman (2016), em geral, as empresas se organizam em três funções distintas, que são:

- a) **Finanças** – tem como objetivo a geração e manutenção dos recursos financeiros da empresa;

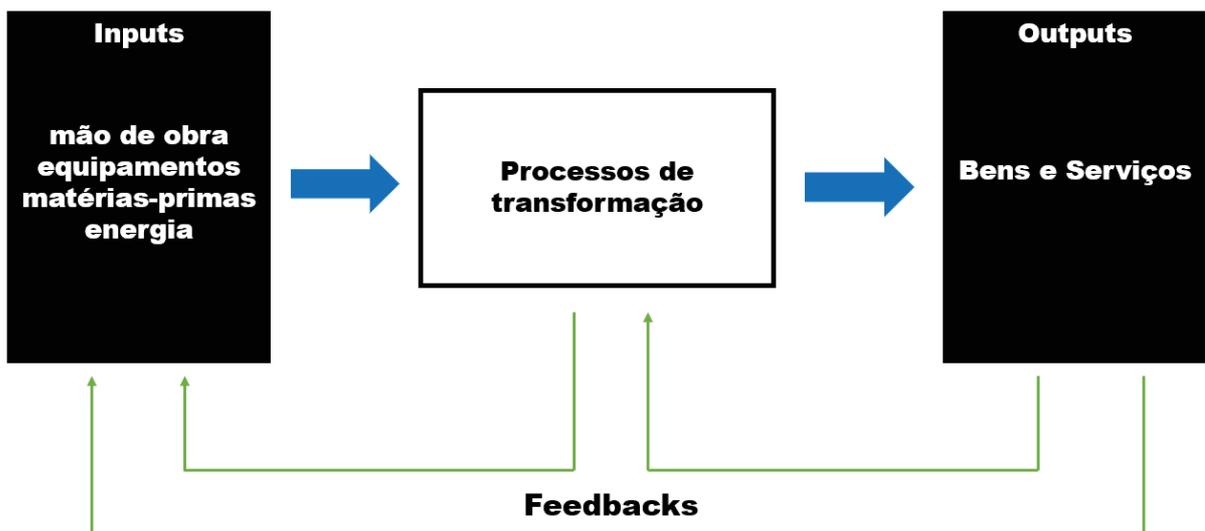
² Efeito causado pelas distorções nos pedidos, em união com as incertezas na demanda dos produtos, se acumulando a montante na cadeia de suprimentos.

b) **Marketing** – promove as vendas dos produtos/serviços gerados pelas operações;

c) **Operações** – transforma insumos em novos produtos/serviços.

Conforme mencionado, este trabalho concentra-se na terceira função, as operações. Os processos de uma operação consistem em *inputs* (mão de obra, equipamentos, matérias-primas, energia, entre outros), processos de transformações, e por fim, os *outputs*, que são os serviços ou produtos direcionados aos consumidores. Existem também os *feedbacks* dos clientes que, assim como os indicadores de performance dos processos, influenciam nos *inputs*, que por sua vez alteram o processo de transformação (RUSSELL; TAYLOR, 2010; KRAJEWSKI; MALHOTRA; RITZMAN, 2016), conforme demonstrado na Figura 4 a seguir:

Figura 4 - Operações como processos de transformação



Fonte: Adaptado de Russell e Taylor (2010).

O gerenciamento das operações procura fazer com que “o processo de transformação seja executado com eficiência e que a saída tenha um valor maior que a soma das entradas” (RUSSELL; TAYLOR, 2010, p. 2, tradução nossa), através do “design sistemático, direção e controle de processos que transformam insumos em serviços e produtos para clientes internos e externos” (KRAJEWSKI; MALHOTRA; RITZMAN, 2016, p. 3, tradução nossa).

Esses processos de transformação podem ser reunidos em uma cadeia de suprimentos (KRAJEWSKI; MALHOTRA; RITZMAN, 2016) adicionando valor dos fornecedores aos consumidores finais (RUSSELL; TAYLOR, 2010).

É ao gerenciamento da cadeia de valor de vários atores que se dá o nome de gestão da cadeia de suprimentos (KRAJEWSKI; MALHOTRA; RITZMAN, 2016).

A partir da década de 90, a GCS foi transformada pela era digital. Os computadores e a internet estreitaram as relações empresa-empresa e empresa-consumidores. Essa maior conectividade permitiu a expansão dos negócios a níveis globais (BOWERSOX et al., 2014).

As cadeias de suprimentos mais integradas globalmente possibilitaram que as empresas localizassem suas unidades produtivas estrategicamente próximas às matérias primas ou mão de obras mais baratas, e distribuíssem e vendessem seus produtos em outros países (BALLOU, 2006a).

Portanto, a GCS pode se estender desde empresas com operações exclusivamente domésticas, em que há uma reduzida complexidade, até as empresas com operações transnacionais, onde se exige maior integração das informações, para contornar os desafios logísticos, aduaneiros, culturais, entre outros (BOWERSOX et al., 2014).

2.1.1 Definição do conceito de gestão das cadeias de suprimentos

Quando se trata da apresentação do conceito de GCS, diversas definições estão presentes na literatura, devido ao aumento de interesse em torno do tema. Segundo Mentzer et al. (2001), os fatores que motivam pesquisas em torno do tema GCS, podem ser: a maior propensão de negócios em escala global; por uma competição motivada por tempo e qualidade; e pela procura de soluções frente às incertezas ambientais.

Algumas definições para GCS presentes na literatura são apresentadas a seguir.

Após uma extensa revisão sobre o tema, Mentzer et al. (2001, p. 18, tradução nossa) define GCS como:

A coordenação estratégica e sistêmica das funções tradicionais de negócios e as táticas entre essas funções de negócios dentro de uma

empresa específica e entre empresas dentro da cadeia de fornecimento, com a proposta de melhorar a performance de longo prazo das empresas individuais e da cadeia de suprimentos como um todo.

Mentzer et al. (2001) apontam que o objetivo final do GCS é a geração de vantagem competitiva, alcançada através da redução de custo, geração de valor e a satisfação do cliente.

Já Simchi-Levi, Kaminsky e Simchi-Levi (2010, p. 33), definem a GCS como:

Um conjunto de abordagens que integra, com eficiência, fornecedores, fabricantes, depósitos e pontos comerciais, de forma que a mercadoria é produzida e distribuída nas quantidades corretas, aos pontos de entrega e nos prazos corretos, com o objetivo de minimizar os custos totais do sistema sem deixar de atender às exigências em termos de nível de serviço.

Os autores supracitados afirmam que a GCS deve considerar todas as instalações da cadeia de suprimentos que tem impacto no custo e na produção; que a GCS deve elevar a eficiência de custo e produção adotando uma abordagem sistêmica de toda a cadeia; e, que é necessário a integração de todos os níveis (estratégico, tático e operacional) de todos os participantes (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010).

Bowersox et al. (2014, p. 4), destacam que a GCS consiste na "colaboração entre empresas para impulsionar o posicionamento estratégico e melhorar a eficiência operacional".

Para Monczka et al. (2015, p. 10, tradução nossa), a GCS "envolve o gerenciamento proativo do movimento e a coordenação bidirecional de bens, serviços, informações e fundos, da matéria-prima até o usuário final" de empresas presentes em uma cadeia de suprimentos. Os autores complementam ressaltando que a GCS implica na coordenação de atividades, tanto internamente, como externamente às empresas.

Apesar de não ser o escopo desse trabalho a exaustão sobre o conceito do que é GCS na literatura, muito menos propor um novo conceito, faz-se pertinente destacar que estudos apontam para diferentes definições do conceito de GCS.

Tan (2001) argumenta que os diversos conceitos encontrados na literatura podem ser organizados de três maneiras. A primeira refere-se à GCS como uma

descrição das atividades de compras e suprimento dos fabricantes. A segunda, relaciona-se com a descrição das operações de transporte e logística de comerciantes e varejistas. Por fim, a terceira, concerne a descrição das atividades que agregam valor, da matéria-prima até o consumidor final.

Já Mentzer et al. (2001) sugere que as definições para GCS podem ser classificadas como: uma filosofia de gerenciamento, implementação de uma filosofia de gerenciamento e um conjunto de processos de gerenciamento.

Para fins desse trabalho, a definição do que é GCS utilizada será a apresentada pelo Conselho de Profissionais de Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Council of Supply Chain Management Professional - CSCMP*), que a define como:

A Gestão da Cadeia de Suprimentos abrange o planejamento e gerenciamento de todas as atividades envolvidas em abastecimento e aquisição, conversão e todas as atividades de gerenciamento de logística. Também inclui coordenação e colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviços terceirizados e clientes. Em essência, o gerenciamento da cadeia de suprimentos integra o gerenciamento de oferta e demanda dentro e entre empresas. A Gestão da Cadeia de Suprimentos é uma função integradora com a responsabilidade primária de vincular as principais funções de negócios e processos de negócios dentro e entre empresas em um negócio coeso e de alto desempenho. Ele inclui todas as atividades de gerenciamento de logística mencionadas acima, bem como as operações de manufatura, e impulsiona a coordenação de processos e atividades com e através de marketing, vendas, design de produtos, finanças e tecnologia da informação (CSCMP, 2013, p. 187, tradução nossa).

Sendo assim, em um mundo globalizado, em que há o aumento da terceirização e necessidade de atendimento ao cliente (BALLOU, 2006b), a GCS se torna peça fundamental para a articulação das atividades em cadeias de suprimentos cada vez mais complexas, estreitando e/ou construindo o relacionamento entre os diferentes integrantes da cadeia, possibilitando reduções de custos, operações mais eficientes, melhor atendimento aos clientes, entre outros benefícios e proporcionando vantagens competitivas com a sua adoção pelas empresas.

2.1.2 Desafios nas cadeias de suprimentos

As cadeias de suprimentos globalizadas vêm se tornando mais extensas e complexas. Sendo assim, os gestores deparam-se com cadeias que se apresentam

muito mais propensas a rupturas, contendo riscos ocultos e impactos de difícil mensuração (TANG, 2006; BOWERSOX et al., 2014; IVANOV; SOKOLOV; DOLGUI, 2014; FIKSEL et al., 2015; GUNASEKARAN; SUBRAMANIAN; RAHMAN, 2015).

Acidentes como o da Union Carbide em Bhopal, na Índia, em 1984, onde o vazamento de gases venenosos intoxicou milhares de pessoas (ECKERMAN, 2005), o acidente nuclear de Fukushima, no Japão, em 2011 (HIROKO; SANGER; BRADSHER, 2011) ou a pandemia do coronavírus de 2019-21 (KILPATRICK; BARTER, 2020), deixam em evidência os desafios impostos por eventos improváveis em que as cadeias de suprimentos globais estão suscetíveis (FIKSEL et al., 2015).

David Simchi-Levi elenca 6 desafios que as cadeias de suprimentos estão sujeitas, que são: (1) globalização; (2) aumentos dos custos logísticos; (3) manufatura enxuta, terceirização e *offshoring*; (4) aumento dos custos de mão de obra nos países em desenvolvimento; (5) necessidade de cadeias de suprimentos mais sustentáveis; e (6) volatilidade nos preços das *commodities* (SIMCHI-LEVI, 2010). O Quadro 1 a seguir apresenta um resumo desses desafios:

Quadro 1 - Principais desafios mencionados por Simchi-Levi que podem impactar as futuras cadeias de suprimentos

Fatores	Impactos
Globalização	Maiores tempos de entregas de produtos.
Custos logísticos	Aumentos dos custos de transporte e estoques.
Manufatura enxuta, terceirização e <i>offshoring</i>	Estoques reduzidos e aumento da complexidade da cadeia de suprimentos.
Custos de mão de obra	Encarecimento da mão de obra nos países em desenvolvimento.
Sustentabilidade	Governos e consumidores mais exigentes por cadeias de suprimentos ecológicas.
Volatilidade dos preços das <i>commodities</i>	Dificuldade de identificar o prazo contratual ideal

Fonte: Adaptado de Simchi-Levi (2010).

Primeiramente, a globalização tem estendido as cadeias de suprimentos impactando os tempos de entrega dos produtos (SIMCHI-LEVI, 2010). A globalização

também reflete no aumento das opções estratégicas das empresas, resultando no aumento da terceirização e do *offshoring*, e tornando as cadeias de suprimentos mais suscetíveis à ocorrência de eventos adversos (NARASIMHAN; TALLURI, 2009).

Quanto aos custos logísticos em ascensão, esses são resultantes, principalmente, dos aumentos dos custos de transporte e estoque advindos da internacionalização das operações, o que demanda das empresas o transporte com cargas maiores (BALLOU, 2006a; SIMCHI-LEVI, 2010).

Os riscos da exposição à manufatura enxuta, terceirização, *offshoring*, práticas utilizadas pelos gestores da cadeia de suprimentos para a redução de custos, têm como desafios o aumento do tamanho e complexidade da cadeia de suprimentos tornando-as vulneráveis às rupturas, violações de propriedade intelectual, dificuldades de comunicação, à segurança do produto, entre outras (NARASIMHAN; TALLURI, 2009; SIMCHI-LEVI, 2010; BOWERSOX, 2014; FIKSEL et al. 2015; GUNASEKARAN; SUBRAMANIAN; RAHMAN, 2015).

As práticas utilizadas pelos gestores da cadeia de suprimentos para a redução de custos como a manufatura enxuta, terceirização, *offshoring*, têm como desafios o aumento do tamanho e complexidade da cadeia de suprimentos tornando-as vulneráveis às rupturas, violações de propriedade intelectual, dificuldades de comunicação, à segurança do produto, entre outras (NARASIMHAN; TALLURI, 2009; SIMCHI-LEVI, 2010; BOWERSOX, 2014; FIKSEL et al. 2015; GUNASEKARAN; SUBRAMANIAN; RAHMAN, 2015).

No que tange aos custos da mão de obra, esses vêm aumentando em países em desenvolvimento (WU; ZHANG, 2014). Por exemplo, os custos de mão de obra da indústria têxtil chinesa aumentaram 280% no período de 2000 a 2014 (WANG; KINNUCAN; DUFFY, 2019), o que dificulta a tomada de decisão dos gestores a longo prazo (SIMCHI-LEVI, 2010).

Outro ponto é a demanda por cadeias de suprimentos cada vez mais sustentáveis e regulamentadas (SIMCHI-LEVI, 2010; SABERI et al., 2019). Os governos e consumidores vêm exigindo que as cadeias de suprimentos deem importância para os três pilares da sustentabilidade, conhecidos como, *triple-bottom-line*: o social, o ambiental e o econômico (LINTON; KLASSEN; JAYARAMAN, 2007; SABERI et al., 2019), sendo necessário considerar os subprodutos (poluentes e resíduos) e os efeitos dos esgotamentos de recursos ao longo de todo o ciclo de vida do produto (LINTON; KLASSEN; JAYARAMAN, 2007).

Por fim, foi observado os impactos da volatilidade dos preços das *commodities* na determinação das relações contratuais. A volatilidade dos preços dificultaria a determinação do prazo ideal da relação contratual entre os parceiros da cadeia de suprimentos (SIMCHI-LEVI, 2010).

Os desafios supracitados elevariam os riscos e as incertezas em cadeias de suprimentos, deixando-as, suscetíveis a rupturas. Essas rupturas podem vir a provocar o que se denomina de “efeito cascata”³ (IVANOV; SOKOLOV; DOLGUI, 2014; DOLGUI; IVANOV; SOKOLOV, 2018).

Nesse mesmo sentido, Fiksel et al. (2015) alertam para outros seis fatores que tornam as cadeias de suprimentos expostas a disrupções, que são: as (1) turbulências; (2) ameaças deliberadas; (3) pressões externas; (4) limites de recursos; (5) sensibilidade; e (6) conectividade. Esses fatores estão resumidos no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - Fatores observados por Fiksel et al. (2015) que expõem as cadeias de suprimentos às rupturas (continua)

Fatores	Definição	Subfatores
Turbulências	Ambiente caracterizado por mudanças frequentes em fatores externos além do controle da empresa	Imprevisibilidade na demanda, flutuações nas moedas e nos preços, rupturas geopolíticas, desastres naturais, falhas tecnológicas, pandemias
Ameaças deliberadas	Ataques intencionais destinados a interromper operações ou causar danos humanos ou financeiros	Terrorismo e sabotagem, pirataria e roubo, disputas trabalhistas, grupos de interesse especial, espionagem industrial, responsabilidade pelo produto

Fonte: Fiksel et al. (2015, p. 83, tradução nossa).

³ Ocorre quando alguma ruptura (desastre natural, ataque terrorista, fatores políticos, entre outros) acomete uma cadeia de suprimentos provocando uma cascata de efeitos que geram uma mudança estrutural na cadeia (IVANOV; SOKOLOV; DOLGUI, 2014; DOLGUI; IVANOV; SOKOLOV, 2018).

Quadro 3 - Fatores observados por Fiksel et al. (2015) que expõem as cadeias de suprimentos às rupturas (conclusão)

Fatores	Definição	Subfatores
Pressões externas	Influências que não visam especificamente a empresa, que criam restrições ou barreiras comerciais	Inovação competitiva, regulamentos governamentais, pressões sobre preços, responsabilidade corporativa, questões socioculturais, ambientais, de saúde e segurança
Limites de recursos	Restrições na saída com base na disponibilidade dos fatores de produção	Disponibilidade de matéria-prima, disponibilidade de serviços públicos, recursos humanos, recursos naturais
Sensibilidade	Importância de condições cuidadosamente controladas para a integridade do produto e do processo	Materiais restritos, pureza do suprimento, rigor na fabricação, fragilidade no manuseio, complexidade das operações, confiabilidade do equipamento, riscos à segurança, visibilidade de perturbações para as partes interessadas, perfil simbólico da marca, requisitos de qualidade do cliente
Conectividade	Grau de interdependência e dependência de entidades externas	Escala e extensão da rede de suprimentos, canais de importação / exportação, dependência de fontes especiais, dependência do fluxo de informações, grau de terceirização

Fonte: Fiksel et al. (2015, p. 83, tradução nossa).

A turbulência é o primeiro fator e está relacionada com eventos que estão além do controle gerencial das empresas, os desastres naturais como o tsunami que provocou o acidente nuclear de Fukushima em 2011 (HIROKO; SANGER; BRADSHER, 2011; FIKSEL et al. 2015) ou a pandemia de coronavírus em 2019-21 (KILPATRICK; BARTER, 2020).

Em segundo, estão as ameaças deliberadas, que são ações com o propósito de causar prejuízos à cadeia de suprimentos, como exemplo, os ataques de drones em 2019, nas instalações da Saudi Aramco, empresa petrolífera situada na Arábia Saudita (FIKSEL et al., 2015; REID, 2019).

Em terceiro estão as pressões externas que limitam as cadeias de suprimentos, haja vista as pressões sociais e governamentais para a redução das emissões de carbonos (FIKSEL et al., 2015; CARBON TRUST, 2006).

O quarto fator é a limitação de recursos que afetam o funcionamento da cadeia, como exemplo, as indústrias de laticínios nacionais que têm pagado um valor além do ideal como resultado da grande concorrência e escassez do leite (FIKSEL et al., 2015; CARVALHO; PINTO, 2019).

A sensibilidade e a complexidade dos processos de produção é o quinto fator a que as cadeias de suprimentos estão expostas, a exemplo do desastre de Bhopal, em 1987, em que erros no processo de limpeza, assim como as más condições dos equipamentos na planta da Union Carbide, levaram ao vazamento de gases tóxicos que provocaram a contaminação de diversos habitantes (ECKERMAN, 2005; FIKSEL et al., 2015).

Por fim, a conectividade entre os diversos parceiros presentes em uma cadeia de suprimentos é o sexto fator de vulnerabilidade (FIKSEL et al., 2015).

Para contornar os desafios supramencionados, os gestores devem tornar as cadeias de suprimentos mais resilientes, e para isso, torna-se necessário a melhoria nos processos de coordenação de suas operações pelos participantes (FIKSEL et al., 2015). No entanto, dificuldades de coordenação de GCS estão descritas na literatura. Dada a importância desse assunto, o tópico a seguir, apresentou algumas delas.

2.1.3 Dificuldades de coordenação em cadeias de suprimentos

Os desafios impostos pela ampliação da complexidade das modernas cadeias de suprimentos, tem refletido em dificuldades de coordenação de suas atividades (ARSHINDER; KANDA; DESHMUKH, 2008; GUNASEKARAN; SUBRAMANIAN; RAHMAN, 2015).

Entre as atividades que apresentam problemas, estão as dificuldades no compartilhamento de informações para a coordenação do fluxo físico no nível

operacional, mencionadas por Sahin e Robinson (2002). Segundo os autores, muitas vezes isso ocorre quando:

os tomadores de decisão têm informações ou incentivos incompletos que não são compatíveis com os objetivos do sistema. Mesmo sob condições de disponibilidade total de informações, o desempenho da cadeia de suprimentos pode ficar abaixo do ideal quando cada tomador de decisão otimiza sua função objetivo individual (SAHIN; ROBINSON, 2002, p. 507, tradução nossa).

O compartilhamento ineficiente e, principalmente, a má coordenação dos participantes resulta na amplificação dos impactos do efeito chicote (SAHIN; ROBINSON, 2002).

Ainda sobre a má coordenação, reflexo do compartilhamento de informações deficientes e que pode resultar no efeito chicote e no baixo desempenho de cadeias de suprimentos, Huang, Lau e Mak (2003) comentam:

O debate não é sobre se as informações de produção devem ou não ser compartilhadas na cadeia de suprimentos, mas sobre como compartilhar as informações corretas no momento certo, no formato certo, pelas pessoas certas, no ambiente certo, para maximizar os benefícios mútuos da cadeia de suprimentos como um todo, assim como os participantes individuais do negócio (HUANG; LAU; MAK, 2003, p. 1484, tradução nossa).

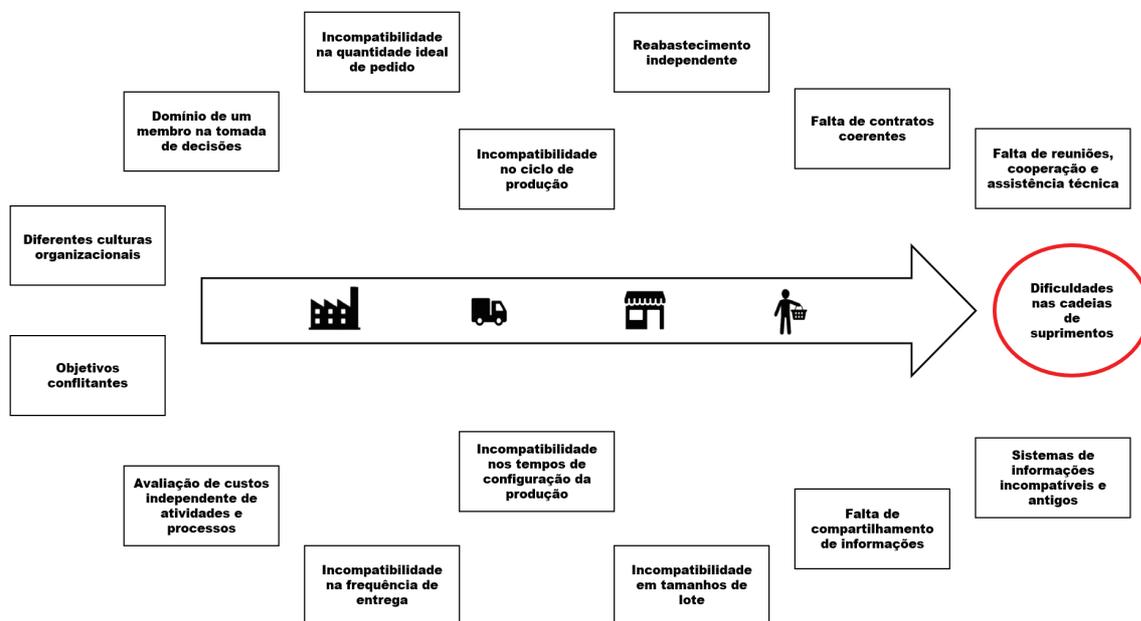
Já Power (2005) reflete sobre as dificuldades nas comunicações entre os parceiros em uma cadeia de suprimentos e sua influência no gerenciamento dos estoques. Cadeias de suprimentos que apresentam bons fluxos de informações conseguem uma redução da complexidade, o que possibilita a diminuição dos custos dos estoques, melhores atendimentos aos clientes, resultando em vantagens competitivas.

Com relação às deficiências de integração entre a logística e a cadeia de suprimentos, Stock, Greis e Kasarda (2000) comentam sobre a importância da necessidade de coordenação de ambas, principalmente porque a competição tem deixado de ser entre empresas e passado a ser entre cadeias de suprimentos.

Sem a pretensão de esgotar o tema, outras dificuldades também são encontradas na literatura, como: objetivos conflitantes entre os diversos parceiros da

cadeia de suprimentos, diferença entre a cultura organizacional, incompatibilidade dos sistemas de informação, entre outros, conforme apresentado na Figura 5 a seguir:

Figura 5 - Dificuldades de coordenação presentes em cadeias de suprimentos



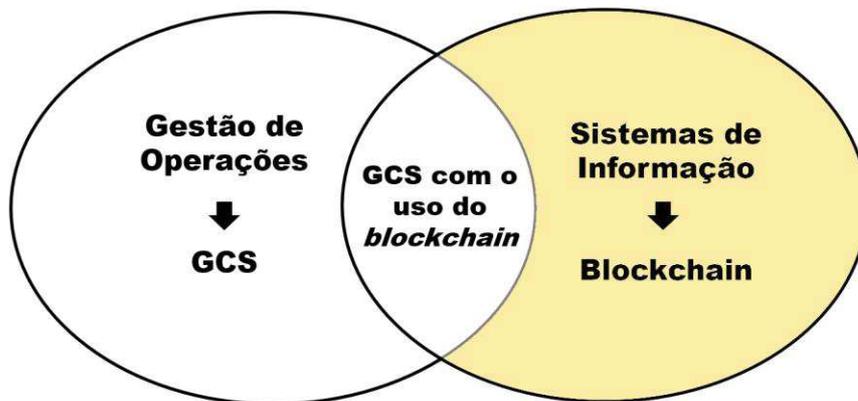
Fonte: Adaptado de Arshinder, Kanda, Deshmukh (2008).

A seguir, são apresentados os conceitos básicos do que é SI, além de, procurar demonstrar a sua importância no mundo dos negócios, mais especificamente, em cadeias de suprimentos.

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO COMO FERRAMENTA DE VANTAGEM COMPETITIVA

Nas seções seguintes, o referencial se direcionou para as teorias pertinentes aos SI e à tecnologia *blockchain*, conforme destacado na Figura 6 a seguir:

Figura 6 - Tópicos abordados nessa seção em diante



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os SI podem ser definidos como: "um conjunto de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam (processo), armazenam e disseminam dados (saída) e informações, e fornece reação corretiva (mecanismo de realimentação) para alcançar um objetivo" (STAIR; REYNOLDS, 2015, p. 9).

Para Laudon e Laudon (2014, p. 13) o SI é definido como: "um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle em uma organização".

Os modernos computadores, a elevada sensibilidade dos sensores e a velocidade da internet têm gerado um grande volume de dados. Isso tem exigido o investimento em SI e na tecnologia da informação (TI)⁴ pelas empresas que procuram

⁴ Para fins desse trabalho, SI e TI serão tratados como sinônimos.

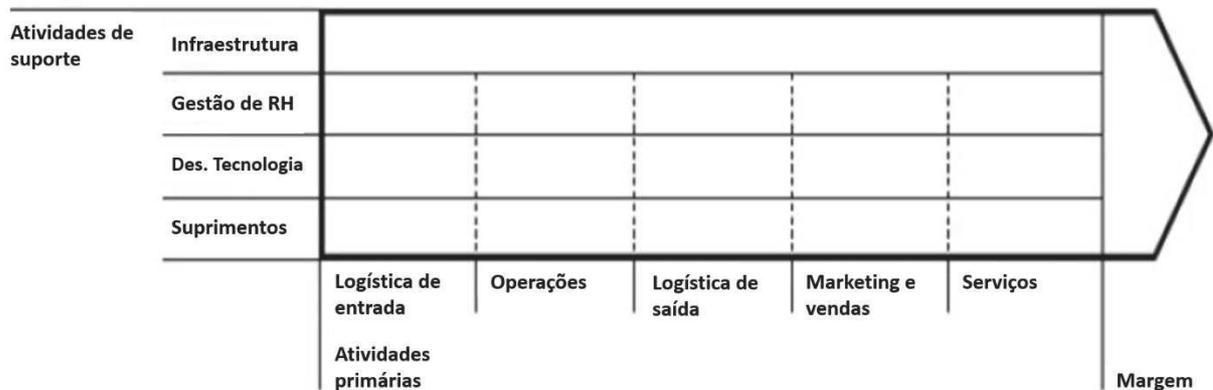
transformar esses dados em informações que lhes garantam uma vantagem competitiva.

Porter e Millar (1985) apontaram a importância da gestão da informação como ferramenta para atingir a vantagem competitiva. Segundo os autores, a SI tem impactado o mundo dos negócios, sendo destacado sua relevância para as cadeias de valor.

As cadeias de valor são compostas por "atividades de valor" (logística de entrada e de saída, operações, marketing, recursos humanos, suprimentos, entre outros), que são atividades interdependentes que a empresa realiza procurando fazer negócios (PORTER; MILLAR, 1985; RUSSELL; TAYLOR, 2010) conforme ilustrado na Figura 7.

A vantagem competitiva é alcançada quando as empresas conseguem realizar estas atividades gerando um produto ou serviço que apresenta, ou preço inferior, ou um diferencial superior aos seus concorrentes (PORTER; MILLAR, 1985).

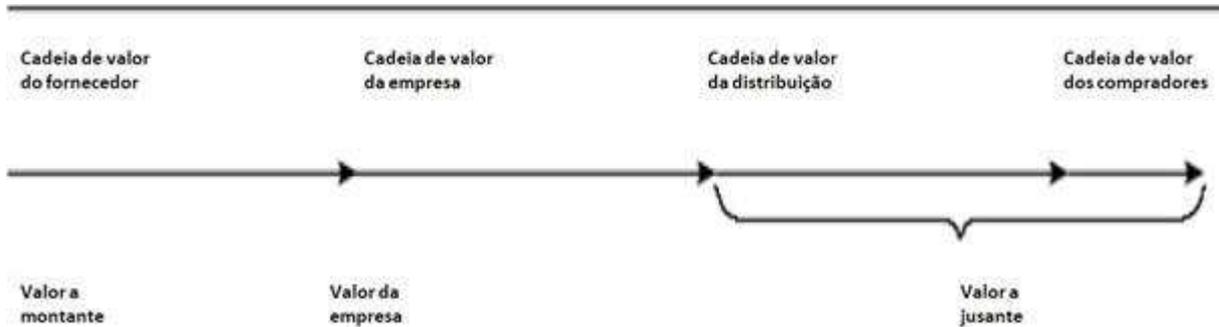
Figura 7 - Atividades de valor presentes em uma cadeia de valor



Fonte: Porter e Millar (1985, p. 151, tradução nossa).

As cadeias de valores em uma rede de negócios estão agregadas formando um "sistema de valor", conforme demonstrado na Figura 8 (PORTER; MILLAR, 1985).

Figura 8 - Sistema de valor



Fonte: Porter e Millar (1985, p. 151, tradução nossa).

A TI atua estreitando, otimizando ou alterando as atividades de valor e a relação entre elas, tanto no que tange às atividades de valor da empresa ou nas diversas cadeias de valores que compõem uma rede de negócios (PORTER; MILLAR, 1985).

Em resumo, Porter e Millar (1985) apontam que a SI tem afetado a competitividade das empresas permitindo a modificações na estrutura do setor, revelando maneiras de superar a concorrência por meio da vantagem competitiva proporcionada pela SI e permitindo a geração de novos negócios.

O objetivo do próximo tópico é apresentar brevemente a importância do SI na GCS e seus impactos nas operações e estrutura da cadeia de suprimentos.

2.2.1 Sistemas de informação e a gestão da cadeia de suprimentos

As ferramentas de SI desempenham papel fundamental nos processos organizacionais, possibilita que as empresas atinjam a excelência em diversas áreas, sejam elas: operacionais; no desenvolvimento de novos produtos, serviços e modelos de negócio; na otimização do relacionamento com clientes e fornecedores; melhoria na tomada de decisões; entre outras, tornando-se assim, uma ferramenta de vantagem competitiva nos negócios (LAUDON; LAUDON, 2014; STAIR; REYNOLDS, 2015).

Os desafios mencionados no tópico 2.1.2, as dificuldades de coordenação comentadas no tópico 2.1.3, assim como as incertezas inerentes das cadeias de suprimentos, como, por exemplo, variações na demanda, atrasos nas entregas de produtos e matérias-primas, produtos defeituosos, entre outros, acarretam uma série de complicações, tais quais: falta de matéria-prima, excesso do estoque de produtos e de segurança, capacidade ociosa de produção, efeito chicote, etc. Todas essas

dificuldades podem ser minimizadas com uma distribuição e compartilhamento mais eficiente da informação (LAUDON; LAUDON, 2014; STAIR; REYNOLDS, 2015).

Neste sentido, Lee e Whang (2000) definem quais tipos de informação devem ser compartilhados entre parceiros em uma cadeia de suprimentos, que são: inventário, vendas, previsão de demanda, estado do pedido e cronograma de produção.

O compartilhamento de informações sobre o inventário possibilita a redução dos estoques em toda a cadeia de suprimentos, reduz a necessidade de estoques de segurança duplicados entre os parceiros e a diminuição da chance da falta de algum item no estoque (LEE; WHANG, 2000).

O compartilhamento das informações sobre as vendas, assim como o compartilhamento da previsão de demanda, possibilita a redução do "efeito chicote" em toda a cadeia de suprimentos (LEE; WHANG, 2000; YU; YAN; CHEN, 2001), enquanto que o compartilhamento do cronograma de produção pode ser utilizado para aumentar a sinergia entre um fabricante e seu fornecedor (LEE; WHANG, 2000).

Portanto, as cadeias de suprimentos adquirem benefícios com os investimentos em ferramentas de SI. Essas ferramentas possibilitam uma maior integração em diversos processos empresariais, facilitando o planejamento e a execução pelos gestores de variados setores.

Tornando o trânsito da informação mais eficiente entre os diversos elos da cadeia, as ferramentas de SI proporcionam benefícios em custos, como por exemplo, quando torna-se possível a redução dos estoques, ou a diminuição do efeito chicote, resultantes de uma melhor distribuição da informação entre o produtor (fabricante), o distribuidor, atacadista e varejista.

Proporcionam ganhos em agilidade, com a possibilidade de identificar o melhor transporte para determinado lugar; em flexibilidade, quando torna possível adaptar a produção à demanda; entre outras vantagens.

Sendo assim, as vantagens competitivas proporcionadas pelos investimentos em SI, permitem que as empresas que dela se utilizam forneçam melhores serviços para os clientes que as suas concorrentes.

Os capítulos adiante englobam a teoria que cerca a tecnologia *blockchain*. Qual a sua importância como ferramenta de SI, quais os atributos do *blockchain* que o tornam desejável para a sua adoção por empresas em cadeias de suprimentos, assim como a discussão sobre as diferenças para as redes públicas e privadas, entre outras.

2.3 BLOCKCHAIN

2.3.1 Breve conceituação e aplicabilidade da tecnologia *blockchain*

A tecnologia *blockchain* surgiu com a publicação do artigo, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, por um autor sob o pseudônimo de Satoshi Nakamoto, em 2008. Tinha como proposta possibilitar a execução de trocas confiáveis no mundo digital (NAKAMOTO, 2008; ANTONOPOULOS, 2016; GAUR et al., 2018).

O *blockchain*⁵ (um tipo de DLT – *Distributed Ledger Technology* em inglês) é um livro razão⁶ imutável de transações, distribuído em uma rede de pares mutuamente não confiáveis. As transações são validadas a partir da execução de um protocolo de consenso, agrupadas, e posteriormente, adicionadas ao bloco final da cadeia (ANTONOPOULOS, 2016; GAUR et al., 2018; VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

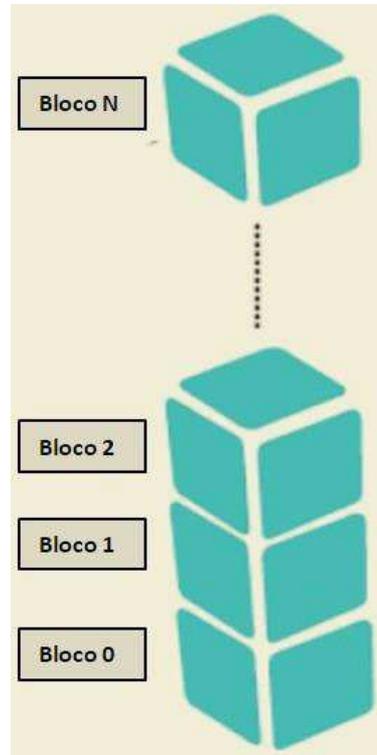
Para Vyas, Beije e Krishnamachari (2019, p. 31, tradução nossa), "o *blockchain* é uma plataforma digitalizada, descentralizada, imutável que registra e verifica as transações e elimina o intermediário".

Em uma rede *blockchain*, os blocos das transações são ordenados e ligados uns aos outros (ver Figura 9). Cada bloco está ligado ao bloco anterior na corrente. Estes blocos podem ser visualizados como blocos dispostos um sobre o outro, onde o primeiro bloco serve de suporte para os seguintes (ANTONOPOULOS, 2016).

Desta forma, emprega-se o termo "altura" para se referir à distância em relação ao primeiro bloco, e "topo" ou "ponta" quando se trata do último bloco da corrente (ANTONOPOULOS, 2016).

⁵ Para fins desse trabalho *blockchain* e DLT serão considerados como sinônimos.

⁶ Registro de transações contábeis.

Figura 9 - Um *blockchain*

Fonte: Adaptado de Antonopoulos (2016).

Por apresentar as características de ser um livro razão distribuído e imutável, com as transações validadas por consenso, possibilita uma maior interação digital entre os múltiplos pares (GAUR et al., 2018; LYONS; COURCELAS, 2020).

Portanto, a tecnologia *blockchain* apresenta a possibilidade de resolver questões de tempo, confiança e custos em setores como serviços financeiros, cadeias de suprimentos, logística e saúde (BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; GAUR et al., 2018; KSHETRI, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CHANG; CHEN; LU, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; CHOI, 2019; SABERI et al. 2019).

Outro ponto importante é o da imutabilidade dos dados preservar o registro transacional entre os pares. Essa imutabilidade garante a culpabilidade e o não-repúdio, aumentando a confiança das transações. Além de que, as ferramentas de criptografia, contratos inteligentes e consenso proporcionam maior segurança das transações (GAUR et al., 2018).

Vale ressaltar também que a tecnologia *blockchain* permite a desintermediação entre produtores e consumidores, ou seja, possibilita a redução no número de intermediários para a realização da transação, aumentando a eficiência de negócios existentes ou criando novos modelos de negócios (GAUR et al., 2018; LACITY, 2018).

Ademais, a tecnologia *blockchain* apresenta a possibilidade de tokenização⁷ dos ativos de uma cadeia de suprimentos. Dessa forma, bens físicos como commodities, por exemplo, passam a ser representados por esses *tokens* que os representam digitalmente otimizando o controle sobre esse ativo e facilitando a sua negociação (HILEMAN; RAUCHS, 2017; FURLONGER; UZUREAU, 2019).

Desta forma a tecnologia *blockchain* pode ser adotada por setores que são afetados por problemas de confiança e responsabilidade, já que esta tecnologia permite o processamento e registro de transações seguras, transparentes, auditáveis, eficientes e imutáveis. Além disso, possibilita a redução de processos redundantes e duplicados, tornando o processo das transações mais ágil (BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMALGANDARA, 2018; GAUR et al., 2018; KSHETRI, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CHANG; CHEN; LU, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; CHOI, 2019; SABERI et al. 2019).

2.3.2 O “consenso” em redes descentralizadas e a confiança

Outra contribuição do artigo de Satoshi Nakamoto é o de uma solução para uma dificuldade de sistemas de transações digitais descentralizadas, conhecido como o "problema do gasto duplo" (ANTONOPOULOS, 2016; VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Sistemas convencionais de transações digitais necessitam da presença de uma terceira parte que ateste que um dinheiro digital não foi copiado para ser utilizado mais de uma vez em diferentes transações (ANTONOPOULOS, 2016; VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

A solução proposta por Satoshi Nakamoto, foi a utilização da Prova de Trabalho (*Proof-of-Work*), tornando possível a obtenção do consenso em redes

⁷ Representação digital de um ativo via *blockchain*.

descentralizadas (ANTONOPOULOS, 2016; VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Em uma rede *blockchain*, o “consenso” é a forma como os nós validam as transações ou as ordens das solicitações. Normalmente essa ordenação das solicitações é importante, pois, muitas das vezes, uma transação é dependente de uma transação anterior (ANTONOPOULOS, 2016; GAUR et al., 2018).

Como são os nós presentes nas redes *blockchain* que apresentam a capacidade de validar as ordens de transações, isso elimina a necessidade da presença de uma autoridade central. Os nós utilizam um protocolo de consenso, e caso a maioria dos nós concorde com a ordenação, elas são adicionadas ao livro razão compartilhado. Dessa forma, todos os nós utilizam a mesma cadeia de blocos, garantindo a consistência e a integridade das transações (ANTONOPOULOS, 2016; GAUR et al., 2018; HUGHES et al. 2019).

São os algoritmos de consensos que proporcionam a confiança das redes *blockchain*. Esses algoritmos de consenso podem ser divididos em: sistemas de confiança baseados em criptomoedas (cripto-econômicos) e sistemas de confiança não baseados em criptomoedas (GAUR et al., 2018; WÜST; GERVAIS, 2018; LYONS; COURCELAS, 2020).

Os modelos cripto-econômicos são sistemas descentralizados, que utilizam a criptografia de chave pública para autenticação, e são programados incentivos econômicos para garantir a veracidade dos dados (GAUR et al., 2018; WÜST; GERVAIS, 2018; HUGHES et al., 2019; LYONS; COURCELAS, 2020).

Deve-se ressaltar que não existe um algoritmo de consenso que satisfaça todos os casos de negócios. Frequentemente, os designs de sistemas *blockchain* devem aliar a capacidade de processamento descentralizado, com as necessidades de uma rede autorizada corporativa, mantendo a conformidade regulatória e das atividades de manutenção (GAUR et al., 2018; WÜST; GERVAIS, 2018).

Portanto, muitas vezes, os algoritmos de consenso anteriores não satisfazem os modelos de negócio, que passam a utilizar *blockchains* permissionáveis (ver 2.3.4) como os que foram implementados pelo *Hyperledger Fabric*, *Corda*, entre outros (GAUR et al., 2018; WÜST; GERVAIS, 2018).

Em síntese, portanto, a confiança é a essência em sistemas *blockchain* e é o fator determinante para que uma parte interessada invista nessa tecnologia. No entanto, ela só ocorre quando as transações comerciais e a propriedade são tratadas

como livros razão distribuídos, e isso se torna possível através dos algoritmos de consenso (GAUR et al., 2018).

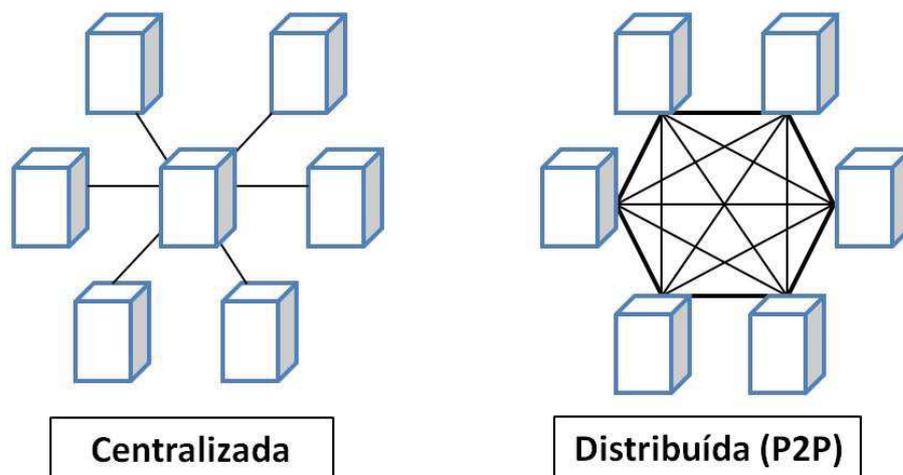
2.3.3 Descentralização da informação

A tecnologia *blockchain* possibilita às empresas, a distribuição mais simétrica das informações. Resultando em maior integração dos dados, proveniência da informação e proporcionando processos de negócios mais eficientes (NOTHEISEN; CHOLEWA; SHANMUGAM, 2017; PLANT, 2017; WANG et al., 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018; KSHETRI, 2018; LACITY, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019).

A descentralização proporcionada pelo uso da tecnologia *blockchain* implica que nenhuma entidade presente na rede controle as regras de negócio. Para tal, além dos algoritmos de consenso, as redes *blockchain* devem ser organizadas em redes ponto-a-ponto, ou *peer-to-peer* (P2P) (FURLONGER; UZUREAU, 2019; ANTONOPOULOS, 2016).

Essas redes são uma arquitetura de sistema onde os computadores presentes se interconectam sem a presença de um servidor central, conforme ilustrado na Figura 10. Cada ponto na rede é um cliente e um servidor (ANTONOPOULOS, 2016).

Figura 10 - Diferenças entre redes centralizadas e redes distribuídas (P2P)



Fonte: Adaptado de Gaur et al. (2018).

No entanto, em razão das empresas estarem sujeitas a regulamentações e por estarem concentradas em suas atividades comerciais, muitos projetos da adoção não se concentraram nos princípios fundamentais que possibilitam à desintermediação, descentralização e modelos de governança (HILEMAN; RAUCHS, 2017; GAUR et al., 2018; FURLONGER; UZUREAU, 2019).

Gaur et al. (2018) destacam algumas considerações necessárias que redes *blockchains* de negócios devem avaliar, conforme apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Considerações relativas à adoção da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos

Modelos de consenso	Determinar qual o algoritmo de consenso é o mais indicado para o modelo de negócio
Controle e governança	Especificar o que as empresas presentes na rede podem fazer
Geração de ativos digitais	Estabelecer quem pode criar os ativos na rede <i>blockchain</i>
Autoridade para emissão	Determinar os responsáveis pela governança, culpabilidade e regulamentos
Considerações de segurança	Como proceder em relação à segurança da rede <i>blockchain</i>

Fonte: Adaptado de Gaur et al. (2018).

Adiciona-se a essas considerações o fato de que em uma cadeia de suprimentos podem estar presentes empresas de portes variados, em que dificilmente todas as empresas terão a mesma infraestrutura de TI (GAUR et al., 2018).

Portanto, para Gaur et al. (2018) uma solução de *blockchain* corporativo seria a de adaptar o processamento de transações descentralizado e manter a centralização de aspectos regulatórios em uma rede autorizada. Já O'Leary (2017) defende a união das características advindas do *blockchain* com as das tecnologias convencionais.

2.3.4 *Blockchains* permissionados e não permissionados

Transações em redes *blockchain* podem ser permissionadas ou não permissionadas. Em redes não permissionadas (sem controle de acesso), qualquer usuário pode realizar uma transação. Em redes permissionadas, os usuários devem estar inscritos previamente e somente com a identificação podem realizar as transações (O'LEARY, 2017; GAUR et al., 2018; LYONS; COURCELAS, 2020).

Redes de *blockchain* não permissionadas geralmente são adotadas pelas criptomoedas. Normalmente fazem meio do protocolo de consenso baseado em prova de trabalho (*PoW*) e incentivos econômicos. Por outro lado, redes de *blockchain* permissionadas procuram garantir as interações entre usuários que não apresentam total confiança entre si, mas apresentam objetivos em comum, como as empresas (O'LEARY, 2017; GAUR et al., 2018).

É muito relevante para as empresas a diferenciação entre *blockchains* permissionados e não permissionados. São os casos de uso que determinam a escolha da tecnologia (O'LEARY, 2017; GAUR et al., 2018).

Porém, na maioria dos casos, o *blockchain* permissionado é o mais utilizado por empresas regulamentadas, devido aos requisitos regulatórios, por ser mais viável economicamente o processamento das transações e para evitar fornecer aos concorrentes informações valiosas. As redes de *blockchain* não permissionadas são mais acessíveis aos novos modelos de negócio, com as transações ponto a ponto e rede desintermediada (O'LEARY, 2017; GAUR et al., 2018; LYONS; COURCELAS, 2020).

Como já afirmado, as redes *blockchain* surgiram como redes públicas, onde a governança era dependente da tecnologia por meio de incentivo e consenso (ANTONOPOULOS, 2016; HILEMAN; RAUCHS, 2017; GAUR et al., 2018).

Isso resultou em muitos desafios para o mundo de negócios altamente regulamentado, com responsabilidades fiduciárias, conflitos de interesse, necessidade de confiabilidade e privacidade (HILEMAN; RAUCHS, 2017; GAUR et al., 2018).

A tecnologia *blockchain* pode exercer impactos na estrutura de governança das organizações. Segundo Gaur et al. (2018), a governança é um órgão centralizado ou descentralizado que tem por objetivo propor regras e leis em um sistema que possibilite tomar decisões vinculantes. Ou seja, é uma estrutura para guiar o processo

decisório, para estabelecimento de funções e responsabilidades. Isso inclui o gerenciamento da infraestrutura de tecnologia, controle dos dados e dos contratos inteligentes.

Estruturas de governança podem variar da total descentralização, até as redes de *blockchain* completamente centralizadas. Essas estruturas de governança impactam tanto no design das redes *blockchain*, design das operações, até os modelos de crescimento (HILEMAN; RAUCHS, 2017; O'LEARY, 2017; GAUR et al., 2018; LACITY, 2018). Gaur et al. (2018) argumentam que a governança em redes *blockchain* devem abordar alguns aspectos, conforme apresentado no Quadro 5:

Quadro 5 - Aspectos em que se deve levar em consideração para empregar a tecnologia *blockchain*

Ciclo de vida da associação	Relacionado a inclusão ou exclusão de um participante na rede, determina quais organizações têm o privilégio de convidar novas organizações, como proceder quando ocorrer uma quebra de contrato por um participante, entre outros.
Financiamento e taxas	Aborda os aspectos do financiamento da rede <i>blockchain</i> , infraestrutura, recursos humanos e etc.
Regulamentação	Referentes às regulamentações específicas em que as organizações presentes na rede <i>blockchain</i> estão sujeitas.
Educação	Relacionado ao treinamento dos integrantes da rede <i>blockchain</i> .
Ciclo de vida do serviço	Sobre as atualizações do sistema, upgrades, adição ou exclusão de um contrato inteligente, gestão dos dados, e outros aspectos relacionados aos componentes de TI.
Disputas	Referentes aos processos de resoluções de conflitos que, por ventura, possam surgir entre os participantes da rede <i>blockchain</i> .

Fonte: Adaptado de Gaur et al. (2018).

Portanto, a gestão de negócios que faz o uso da tecnologia *blockchain* deve levar em consideração as particularidades de cada caso, a existência de uma estrutura de governança multiorganizacional, a necessidade dos participantes de apresentarem um elevado conhecimento dessa tecnologia. Deve-se ressaltar também que a inclusão ou remoção de participantes, provoca alterações na dinâmica de toda a rede *blockchain* (HILEMAN; RAUCHS, 2017; GAUR et al., 2018).

2.3.5 Contratos inteligentes (*Smart Contracts*)

Os contratos inteligentes foram apresentados por Nick Szabo em 1994, sendo definidos como: "um protocolo de transação informatizado que executa os termos de um contrato." (SZABO, 1994, recurso online, tradução nossa). A ideia era a de possibilitar que muitos tipos de contratos pudessem ser incorporados aos hardwares e softwares tornando-os muito mais dinâmicos, proativos, e permitindo uma maior observação e verificação (SZABO, 1997).

Os contratos inteligentes permitem reduzir os custos de verificação e execução, além de garantir que o contrato será cumprido pelos participantes (GAUR et al., 2018).

A viabilidade da adoção dos contratos inteligentes só veio a ser possível com o advento da tecnologia *blockchain* em 2008. As primeiras tentativas de desenvolvimento dos contratos inteligentes foram com os scripts de transação do Bitcoin. No entanto, devido às características limitadas do script do Bitcoin (Turing incompleta) (ANTONOPOULOS, 2016), foi a partir do Ethereum que as limitações necessárias para os contratos inteligentes foram superadas (GAUR et al., 2018).

Os contratos inteligentes utilizam dos mecanismos de segurança dos *blockchains* e do consenso das redes para funcionar como um programa confiável e distribuído entre os participantes (GAUR et al., 2018).

Em uma rede de negócios, as transações são importantes. Elas representam as trocas de ativos valiosos entre os diferentes participantes. Muitas das transações entre os participantes de uma rede de negócios são regidas por contratos. Os contratos inteligentes permitem que os termos de negócio dessas transações possam ser incorporados ao *blockchain* e serem executados com as transações (GAUR et al., 2018).

Portanto, "um contrato inteligente é um acordo de auto-execução que lida com todas as etapas de um contrato, incluindo gerenciamento, execução, desempenho e pagamento" (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019, p. 31, tradução nossa).

Desta forma, muitas cláusulas contratuais podem ser codificadas, como: garantias, vinculações, delimitações de direitos, entre outros. Isso permite, por exemplo, que assim que um comprador de um imóvel conclua o pagamento, os registros da propriedade sejam automaticamente transferidos entre as partes, e que todos os participantes, como a cidade, corretores de imóveis, advogados, entre outros,

tenham seus registros atualizados em tempo real (NOTHEISEN, CHOLEWA, SHANMUGAM, 2017; GAUR et al., 2018; CHOI et al., 2019).

2.3.6 *Blockchains* e o Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI)

A tecnologia *blockchain* apresenta benefícios para o processamento de dados entre empresas. Usualmente, esses dados são transacionados utilizando o protocolo de Intercâmbio Eletrônico de Dados (*Electronic Data Interchange* - EDI).

O EDI é uma ferramenta de comunicação que permite com que dois computadores transmitam transações comerciais padronizadas (SZABO, 1997).

Para Fiaidhi, Mohammed e Mohammed (2018):

O EDI não pode suportar os complexos processos da cadeia de suprimentos de hoje, porque a transferência de dados entre os vários sistemas ERP [*Enterprise Resource Planning*] abre situações potencialmente críticas. Clientes e fornecedores precisam de uma visão compartilhada da situação real do suprimento e de um sistema automatizado de detecção precoce (FIAIDHI; MOHAMMED; MOHAMMED, 2018, p. 68, tradução nossa).

O processamento, armazenamento e distribuição dos dados em uma rede que faz uso da tecnologia *blockchain* está em contraste com a abordagem tradicional do B2B (*Business-to-Business*) (GAUR et al., 2018).

Na abordagem tradicional, as etapas de processamento, armazenamento e distribuição dos dados se dá por meio de sistemas diferentes, resultando em menor transparência para os participantes da cadeia e gerando custos extras quando existe a necessidade da reconciliação dos dados (GAUR et al., 2018).

Os protocolos de EDI apenas transmitiriam as informações entre as empresas, enquanto que em uma rede *blockchain* torna-se possível o armazenamento dos dados no livro distribuído, o processamento desses dados com a utilização dos contratos inteligentes e distribuição por meio do consenso (GAUR et al., 2018; SCHMIDT; WAGNER, 2019).

Em uma rede de negócios que apresenta a tecnologia *blockchain*, torna-se possível o acompanhamento, por todos os integrantes da cadeia, dos dados do ativo e seu ciclo de vida transacional completo, resultando em um processo mais ágil, transparente e confiável, além de eliminar a necessidade da realização das

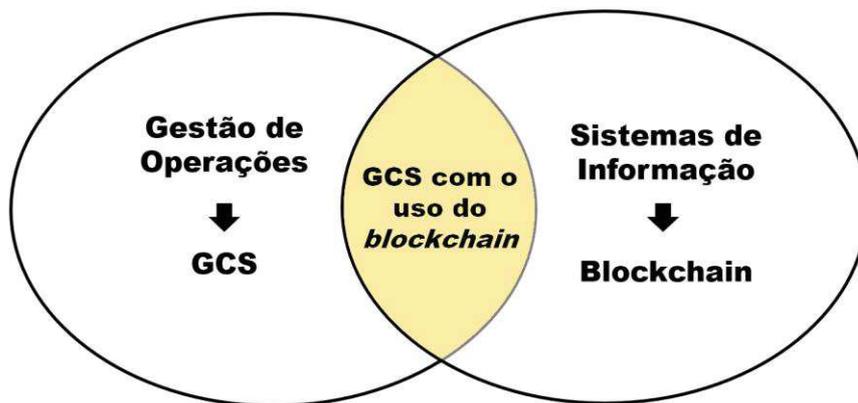
reconciliações periódicas (FIAIDHI; MOHAMMED; MOHAMMED, 2018; GAUR et al., 2018; CHANG; CHEN; LU, 2019).

Nesse ponto encerra-se a apresentação das propriedades básicas da tecnologia *blockchain*, ademais, essa dissertação apresenta os trabalhos que abordam a tecnologia *blockchain* na perspectiva de dois potenciais benefícios para as cadeias de suprimentos, que são: a confiança e a rastreabilidade.

2.4 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS E A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

A seguir, o referencial concentra-se na interseção entre os dois conjuntos apresentados na Figura 11. Sendo assim, nos capítulos subsequentes a ênfase se dá nos estudos referentes à GCS com o uso do *blockchain*.

Figura 11 - Escopo a que este segmento se direciona



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em geral, uma cadeia de suprimentos é composta por diversos participantes, sendo uma rede complexa de empresas e consumidores. Conforme apresentado na seção 2.1.3, isso acarreta diferentes adversidades em consequência da dificuldade de comunicação entre os diversos integrantes da cadeia de suprimentos. Com o intuito de contornar esses problemas, a tecnologia *blockchain* vem sendo considerada como uma ferramenta para a GCS.

A utilização de um livro razão distribuído e autorizado possibilita que os dados possam ser acessados e rastreados em tempo real, por todos os integrantes da cadeia e impossibilita o acesso pelos concorrentes. A tecnologia *blockchain* permite acompanhar a proveniência da transação aumentando a visibilidade dos dados,

reduzindo a sobrecarga administrativa e acelerando o processo de investigação (BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; GAUR et al., 2018; KSHETRI, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CHANG; CHEN; LU, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; CHOI, 2019; SABERI et al. 2019; WANG et al., 2019).

No relatório de 2018 do instituto de pesquisas Capgemini afirma-se que a tecnologia *blockchain*, em 2025, constará em praticamente todas as principais cadeias de suprimentos globais (CAPGEMINI, 2018). Para o Fórum Econômico Mundial, em 2025, a tecnologia vai representar, aproximadamente, 10 bilhões de dólares em cadeias de suprimento (um salto dos 93 milhões de 2017) (OGÉE; FURUYA, 2019).

“A tecnologia de razão distribuída dominará a fabricação, bem como os bens de consumo e as indústrias de varejo, inaugurando uma nova era de transparência e confiança (CAPGEMINI, 2018, tradução nossa, recurso online)”. Bem como, apresenta o potencial de “desbloquear o valor oculto das cadeias de abastecimento globais e cumprir sua promessa de ser o motor econômico do século 21 (OGÉE; FURUYA, 2019, recurso online, tradução nossa)”.

No entanto, por ser uma tecnologia ainda incipiente, embora promissora (MACKEY; NAYYAR, 2017; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; HALD; KINRA, 2019), muitos trabalhos têm se debruçado à procura de desenvolver soluções para a GCS que utilizem a tecnologia *blockchain* (BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; KSHETRI, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CHANG; CHEN; LU, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; CHOI, 2019; SABERI et al. 2019). O objetivo deste tópico é o de apresentar as principais pesquisas sobre *blockchain* no contexto da GCS.

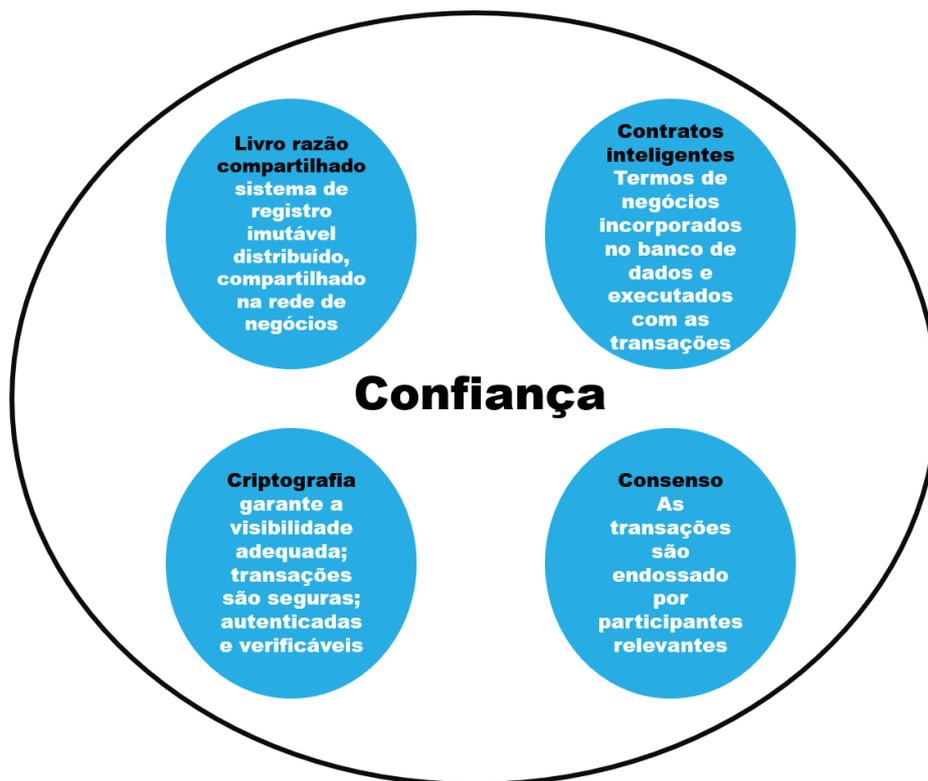
A seguir, são apresentadas as revisões desses artigos sobre dois potenciais benefícios proporcionados pelo emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos: a confiança e a rastreabilidade. E conclui apresentando os principais desafios para a sua adoção.

2.4.1 Confiança na cadeia de suprimentos

As particularidades da tecnologia *blockchain* (Figura 12) de distribuição de informação inalterável, os algoritmos de consenso, criptografia e os contratos inteligentes, atuam diretamente nas relações entre os parceiros de uma cadeia de suprimentos (GAUR et al., 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; HUGHES et al. 2019).

A garantia de culpabilidade e do não-repúdio, a transparência, assim como a automatização de operações que necessitariam da intermediação de uma terceira parte, fizeram do *blockchain* "uma máquina para criar confiança" (THE ECONOMIST, 2015, recurso online, tradução nossa).

Figura 12 - Características da tecnologia *blockchain* que permitem o estreitamento das relações entre parceiros em uma cadeia de suprimentos



Fonte: Adaptado de Gaur et al. (2018).

Um breve resumo sobre os trabalhos que apontam ganhos no relacionamento entre os parceiros da cadeia de suprimento derivado da adoção da tecnologia *blockchain* nesses quatro pontos é apresentado a seguir:

2.4.1.1 *Transparência*

A tecnologia *blockchain* promove ganhos de confiança com a possibilidade do compartilhamento seguro e distribuição da informação entre os diversos parceiros presentes na cadeia de suprimentos (WANG et al., 2019).

Essa distribuição da informação em tempo real traz ganhos em transparência e agilidade para as complexas cadeias de suprimentos globais, já que otimiza a visibilidade a informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, consumidor, entre outros (LACITY, 2018; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; CHOI et al., 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019).

Esse compartilhamento da informação entre os diversos participantes da cadeia de suprimentos torna possível a identificação de riscos que de outra forma passariam despercebidos tornando a cadeia de suprimentos mais segura e confiável (KSHETRI, 2017a, 2017b; IVANOV; DOLGUI; SOKOLOV, 2018; MIN, 2019).

O compartilhamento da informação promove ganhos de confiança, também, pela pressão exercida pelos próprios participantes da cadeia de suprimentos, que ao acompanharem as próprias atividades acabam “exigindo” ações mais responsáveis (KSHETRI, 2018; SCHMIDT; WAGNER, 2019).

2.4.1.2 *Automatização*

A tecnologia *blockchain* possibilita a automatização das operações com a utilização dos contratos inteligentes. Com a inserção das regras de uma determinada transação, ao se atingir determinados parâmetros, o contrato inteligente automaticamente seria executado (WANG et al., 2017; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019).

Dessa forma, a tecnologia *blockchain* tem o potencial de impactar as relações de compra e venda de uma cadeia de suprimentos, por exemplo. Segundo Kamble, Gunasekaran e Arha (2019), as dificuldades encontradas pelos meios de pagamentos tradicionais (diferença no tempo da entrega do produto e a liquidação do pagamento, por exemplo) podem ser contornadas com a ajuda dos contratos inteligentes.

Os pagamentos automatizados eliminam os custos da demora do processo de pagamento, reduzem a necessidade de capital de giro, além de simplificarem as

operações financeiras e permitirem maior integração entre os participantes da cadeia (KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019).

A título de exemplo, a cadeia de suprimentos da indústria de conteúdo digital se beneficiaria diretamente das propriedades da tecnologia *blockchain*. Essa cadeia apresenta diversos participantes, como: produtores e criadores de conteúdo, anunciantes e agências de classificação, empresas de telecomunicações, consumidores, entre outros. Esses participantes se apresentam numa rede complexa de interações o que dificulta a distribuição de receita (PLANT, 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018).

A tecnologia *blockchain* permite o registro de direitos autorais no livro razão e a distribuição para os integrantes da cadeia de conteúdos digitais, proporcionando ganhos em transparência, além da possibilidade da automatização dos pagamentos de royalties via contratos inteligentes. Esses benefícios possibilitam a eliminação de intermediários, a agilização dos pagamentos, redução de custo e ganhos em confiança (PLANT, 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018).

Essa mesma lógica utilizada na indústria da música pode ser reproduzida na indústria dos videogames, em que grandes jogos muitas das vezes são originados de trabalhos de diversas pequenas empresas (FELIN; LAKHANI, 2018).

2.4.1.3 Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade

A imutabilidade do livro razão, viabilizada pela criptografia (ANTONOPOULOS, 2016; GAUR et al., 2018), limita a possibilidade de fraudes, além de favorecer a rastreabilidade dos ativos ao longo de toda a cadeia de suprimentos (NOTHEISEN; CHOLEWA; SHANMUGAM, 2017; CASINO, DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019).

Um exemplo seria o da proteção dos direitos autorais dos designers de produtos para a manufatura aditiva, onde a utilização da tecnologia *blockchain* e etiquetas de RFID (*Radio-frequency identification* – identificação por rádio frequência em inglês) são utilizadas para criar uma Cadeia de Confiança (*Chain of Trust*) (HOLLAND; NIGISCHER; STJEPANDIC, 2017).

Essa Cadeia de Confiança preserva a autenticidade das peças impressas, ao permitir o rastreamento dos dados do produto impresso em 3D à sua licença digital,

garantindo o retorno financeiro aos seus desenvolvedores, além de combater a pirataria e a falsificação (HOLLAND; NIGISCHER; STJEPANDIC, 2017).

2.4.1.4 Descentralização

Os mecanismos de consenso entre os parceiros em uma cadeia de suprimentos proporcionada pela tecnologia *blockchain* reduz a necessidade de uma autoridade central (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019).

Segundo Kshetri (2018), muitas vezes:

os problemas encontrados nas atividades relacionadas à cadeia de suprimentos dizem respeito a questões relacionadas às comunicações. Por exemplo, é importante obter numerosas aprovações de várias autoridades. Eles precisam ser comunicados de forma eficiente e no mesmo formato (KSHETRI, 2018, p. 87, tradução nossa).

O uso de *blockchain* resolve em muitos casos “um problema de mensagens’ mais do que ‘um problema no banco de dados’” (KSHETRI, 2018, p. 87, tradução nossa).

Esse ganho de confiança possibilita a transformação no tamanho das cadeias de suprimentos. Tradicionalmente, as cadeias de suprimentos apresentam diversos intermediários com o propósito de verificar ou certificar as transações, como os bancos, por exemplo (LACITY, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Assim, a eliminação de intermediários pela adoção da tecnologia, e os ganhos de confiança com o compartilhamento de informações ao longo da cadeia aumentando a percepção dos riscos e/ou benefícios de decisões interorganizacionais, permitirão às empresas a manutenção de um número maior de parcerias com empresas de pequeno porte ou estrangeiras (LACITY, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019).

Esses “mecanismos de gerar confiança” advindos da tecnologia *blockchain* são relevantes às operações e à gestão da cadeia de suprimentos como pode ser visto no Quadro 6.

Quadro 6 - Impactos positivos da adoção da tecnologia *blockchain* nas operações e gestão da cadeia de suprimentos

Distribuição e sincronização	Ganhos em transparência e agilidade.
Contratos inteligentes	Automatização das transações.
Imutabilidade	Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade.
Descentralização	Ausência de uma autoridade central resultando em benefícios em governança.

Fonte: Adaptado de Cole, Stevenson e Aitken (2019).

Portanto, no contexto de competitividade atual, onde as empresas investem tempo e esforços para a verificação do ativo ao longo de toda a cadeia de suprimentos, as particularidades da tecnologia *blockchain* possibilita a redução desses processos de verificação proporcionando ganhos de eficiência (MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019).

Além disso, o aumento do compartilhamento da informação promove ganhos de coordenação (HALD; KINRA, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019) e na qualidade dos serviços, assim como na redução da necessidade de intermediação (MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019).

Sendo assim, os benefícios proporcionados pelos atributos da tecnologia *blockchain* “criam confiança nas cadeias de suprimentos e podem eliminar ou pelo menos expor qualquer comportamento antiético oculto de certos atores da cadeia de suprimentos” (WANG et al. 2019, p. 230, tradução nossa) e apresentam importância em cadeias de suprimentos com elevados padrões de segurança, como as cadeias de suprimentos alimentares (TIAN, 2017; TSE et al., 2018; CARO et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018), farmacêuticas (BOCEK et al., 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; BOULOS; WILSON; CLAUSON, 2018; SYLIM et al., 2018), de itens de luxo (SABERI et al., 2019), entre outras.

Conseqüentemente, pode-se observar que o atributo confiança advém de um conjunto de características derivadas da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos. O Quadro 7 apresenta o resumo dessa seção:

Quadro 7 - Resumo das vantagens em confiança proporcionadas pela tecnologia *blockchain*

CONFIANÇA		
Característica	Resultado	Autores
Transparência proveniente da distribuição da informação	Otimização da visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores.	LACITY, 2018; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; CHOI et al., 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019.
	Ganhos de coordenação	HALD; KINRA, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019.
Contratos inteligentes	Automatização de transações	PLANT, 2017; WANG et al., 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018; FELIN; LAKHANI, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019.
Imutabilidade	Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade	HOLLAND; NIGISCHER; STJEPANDIC, 2017; NOTHEISEN; CHOLEWA; SHANMUGAM, 2017; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019.
Descentralização	Permite a eliminação de intermediários	KSHETRI, 2018; LACITY, 2018; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir são abordados os trabalhos que comentam sobre o uso da tecnologia *blockchain* que impactam na rastreabilidade em cadeias de suprimentos.

2.4.2 Rastreabilidade na cadeia de suprimentos

A rastreabilidade tem se tornado uma missão imperativa em cadeias de suprimentos alimentares (TIAN, 2017; TSE et al., 2018; CARO et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018), farmacêuticas (BOCEK et al., 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; BOULOS; WILSON; CLAUSON, 2018; SYLIM et al., 2018), de itens de luxo (SABERI et al., 2019), entre outras.

Dessa forma, sistemas de rastreabilidade são adotados tendo como objetivo possibilitar o conhecimento de informações sobre determinados produtos, como, por exemplo, a sua origem, autenticidade, entre outros, durante a sua produção e distribuição, pelos participantes da cadeia de suprimentos (LU; XU, 2017; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

No entanto, os diversos integrantes da cadeia de suprimentos têm interesses diferentes para adoção de sistemas de rastreabilidade. Fornecedores desejam demonstrar a qualidade dos seus produtos para os seus consumidores, os varejistas têm o interesse de conhecer a proveniência e qualidade dos produtos, e assim por diante (LU; XU, 2017).

Esses sistemas geram a transferência de um grande volume de dados nesses processos, normalmente sendo conduzido por pessoas ou um sistema EDI, tornando-se uma grande preocupação para os integrantes de uma cadeia de suprimentos cada vez mais dinâmica, por necessitarem de respostas em tempo real com baixo custo e eficiência (CHANG; CHEN; LU, 2019).

Em muitas situações, essas informações ficam armazenadas em servidores de bancos de dados convencionais, dos quais, muitos desses servidores são centralizados, sendo suscetível a falhas e a possibilidade de fraudes (LU; XU, 2017; TIAN, 2017).

Ademais, para garantir que a informação seja confiável, costuma-se contratar serviços independentes para inspecionar e certificar os produtos presentes nas cadeias de suprimentos (LU; XU, 2017).

Diante disso, muitos estudos têm se voltado para as características da tecnologia *blockchain*, como a imutabilidade e auditabilidade, contratos inteligentes,

além da otimização da distribuição da informação, características que possibilitam ganhos de transparência e rastreabilidade para os diversos participantes da cadeia (TIAN, 2016; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; KSHETRI, 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; CHEN; LU, 2019; CHOI et al., 2019; HALD; KINRA, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

As propriedades de imutabilidade e distribuição permitem a formação de trilhas de auditorias (LU; XU, 2017; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019) e o consenso entre os participantes sobre a informação compartilhada tem possibilitado a certificação de origem dos produtos (PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; CHOI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

Dessa maneira, essas características vêm impactando na rastreabilidade dos produtos em 5 pontos, que são: determinar a natureza (o que é), a qualidade (como é), a quantidade (quanto existe), a localização (onde está) e a propriedade (quem é o proprietário a qualquer momento) dos produtos de forma confiável (SABERI et al., 2019).

Por consequência, os benefícios proporcionados pela tecnologia *blockchain* tem agilizado a detecção e remoção de lotes inseguros ou expirados (PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018) e ajudado a reduzir falsificações em decorrência da capacidade de se avaliar a proveniência do produto (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; MIN, 2019).

Vale ressaltar que a tecnologia *blockchain* apresenta sinergias com os sensores de *IoT*⁸. Dessa forma, os sensores captam as informações da cadeia de suprimentos – como integridade e a localização dos produtos - e essas informações são distribuídas para todos os participantes, otimizando a segurança e a rastreabilidade dos produtos (TIAN, 2016; CHEN et al., 2017; KSHETRI, 2017; TIAN, 2017; CARO et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018, KSHETRI, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; HUGHES et al., 2019).

Essa interação com os sensores da *IoT* possibilita, por exemplo, que os consumidores finais consigam acessar todas as informações essenciais sobre um

⁸ *IoT* refere-se à Internet das Coisas em que objetos presentes no cotidiano têm a capacidade de se conectarem à internet.

determinado produto de forma confiável, apenas utilizando um código QR⁹ (GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018).

Com isso em vista, a seguir encontra-se um resumo de estudos identificados na literatura que comentam sobre a adoção da tecnologia *blockchain* visando otimizar a rastreabilidade em cadeias de suprimentos.

2.4.2.1 Cadeia de suprimentos farmacêutica

Cadeias de suprimentos farmacêuticas são complexas e constituem-se, frequentemente, por diversos participantes. Sendo assim, um produto “troca de mãos” várias vezes para chegar até o consumidor final. Isso acaba tornando-a suscetível a fraudes, desvios de produtos ou falsificações. Um medicamento falsificado pode colocar em risco a saúde dos usuários do medicamento e pode levar à morte (MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

No sentido de combater a comercialização de medicamentos falsificados. O *blockchain* permite o rastreamento das matérias-primas e produtos ao longo de toda a cadeia; fornece transparência; permite maior integração entre dispositivos que combatem a falsificação; e atua como uma ferramenta de otimização entre os diferentes atores da cadeia de suprimentos (MACKEY; NAYYAR, 2017; BOULOS; WILSON; CLAUSON, 2018).

Sendo assim, foram identificados na literatura projetos que tinham como objetivo o de integrar a tecnologia *blockchain* com a proposta de otimizar a transparência das informações e, com isso, elevar a segurança do transporte de medicamentos (BOCEK et al, 2017; ABELSETH, 2018; SYLIM et al. 2018; TSENG et al. 2018).

O caso do MediLedger, nome do *blockchain* desenvolvido pela Chronicled, que reúne as indústrias farmacêuticas como a Pfizer, Eli Lilly, GlaxoSmithKline, Novartis, Sanofi, entre outras, em conjunto com distribuidores, varejistas e empresas de entrega, visando rastrear medicamentos falsificados é um exemplo. O MediLedger atua garantindo a autenticação das informações do transporte de medicamentos ao longo da cadeia de suprimentos (CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; MEDILEDGER, c2019).

⁹ Código de barras em duas dimensões.

Outro caso é o da *startup* Modum.io, que utiliza sensores distribuídos estrategicamente que avaliam a temperatura dos produtos durante todo o transporte. Esses dados são conferidos via contratos inteligentes e vão sendo transferidos para o *blockchain*. E, com isso, ficam distribuídos e podem ser acessados por todos os participantes da cadeia de suprimentos (BOCEK et al., 2017).

2.4.2.2 Cadeia de suprimentos alimentares

Governos, empresas e consumidores têm se atentado cada vez mais para a importância de se conhecer a proveniência dos alimentos devido a escândalos de contaminações e fraudes alimentares (GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; SANDER; SEMEIJN; MAHR, 2018; TSE et al., 2018).

Sistemas que permitem identificar, certificar e acompanhar os produtos ao longo da cadeia agroalimentar podem agilizar na identificação de fontes de contaminações, assim como minimizar os gastos referentes a *recalls* e disputas sobre a responsabilidade de danos (CARO et al. 2018; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018).

Para atender a essa necessidade nas cadeias de suprimentos alimentares, a tecnologia *blockchain* vem sendo adotada por empresas como o Walmart. Essa rede varejista americana passou a utilizar o *blockchain* como mecanismo de rastreamento de produtos alimentares, possibilitando identificá-los rapidamente quando estes se encontrarem defeituosos ou contaminados e evitando o *recall* de toda a linha de produtos (KSHETRI, 2018).

Na Europa, o Carrefour foi pioneiro na implementação da tecnologia *blockchain* em cadeia de suprimentos alimentares em 2018. O sistema foi direcionado para a rastreabilidade de frangos. Os consumidores conseguem identificar todo o caminho do produto de forma confiável por meio de um código QR. E a proposta da rede varejista é a de estender para outros produtos alimentícios (CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

2.4.2.3 Outras cadeias de suprimentos

Além do emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias farmacêuticas e agroalimentares, também foi observado sua utilização em diversas outras cadeias de suprimentos.

Como o da empresa de transporte marítimo Maersk, que em conjunto com a IBM, vem utilizando o *blockchain* para a rastreabilidade de seus contêineres ao longo do globo. O compartilhamento da informação mais confiável tem reduzido o tempo em que a mercadoria fica estacionada no porto, reduzindo a possibilidade de roubos e perecimento da mercadoria (KSHETRI, 2018).

Outro exemplo é o do consórcio *Blockchain in Transport Alliance* (BiTA), que reúne importantes empresas do ramo de transportes e logística, como a FedEx, DHL e UPS com a proposta de otimizar a rastreabilidade de produtos e veículos ao longo das cadeias de suprimentos (FELIN; LAKHANI, 2018; BiTA, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Temos ainda o exemplo da Everledger, que armazena as características dos diamantes no *blockchain*. Atributos como quilate, corte, cor, entre outros, são compartilhados para os outros participantes da cadeia de suprimentos possibilitando identificar de onde veio, por onde passou, permitindo a certificação de origem das pedras (WÜST; GERVAIS, 2018; KSHETRI, 2018; CHOI, 2019).

Entre as propostas estão o de combater os “diamantes de sangue” que são comercializados com a intenção de financiar guerras no continente africano, assim como a rápida identificação no caso de revenda de diamantes roubados (WÜST; GERVAIS, 2018; KSHETRI, 2018; CHOI, 2019).

O Quadro 8 a seguir apresenta as principais características que permitem a utilização do *blockchain* como ferramenta para a rastreabilidade em cadeias de suprimentos:

Quadro 8 - Principais características do *blockchain* para a rastreabilidade em cadeias de suprimento

RASTREABILIDADE		
Característica	Resultado	Autores
Distribuição da informação e imutabilidade	Permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos	BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; KSHETRI, 2018; SANDER; SEMEIJN; MAHR, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; CHEN; LU, 2019; CHOI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; SABERI et al., 2019.
Consenso	Consenso entre os integrantes sobre as informações compartilhadas permitindo a certificação dos produtos	BOCEK et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; SYLIM et al., 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; CHEN; LU, 2019; CHOI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; SABERI et al., 2019.

Fonte: Elaborado pelo autor

Adiante, são abordadas as principais dificuldades encontradas no emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

2.4.3 Desafios da adoção da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos

No entanto, a tecnologia *blockchain* aplicada a cadeia de suprimentos não é nenhuma panaceia. Muitos desafios com a utilização da tecnologia são destacados na literatura.

Apesar dos investimentos para sua utilização estarem aumentando, essa tecnologia ainda se encontra em fase inicial (MACKEY; NAYYAR, 2017).

Tendo como base o estudo de Saberi et al. (2019), os desafios para o emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, podem ser divididos em 4 tipos: barreiras intraorganizacionais, barreiras interorganizacionais, barreiras relacionadas ao sistema e barreiras externas, conforme demonstrado na Figura 13, a seguir:

Figura 13 - Principais barreiras para o emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

Barreiras para o emprego da tecnologia blockchain em cadeias de suprimentos			
Barreiras intraorganizacionais	Barreiras interorganizacionais	Barreiras relacionadas ao sistema	Barreiras externas
Restrições financeiras	Dificuldade da aceitação da tecnologia por todos os parceiros	Acesso à tecnologia	Falta de políticas governamentais
Falta de comprometimento e suporte gerencial	Falta de conscientização dos consumidores	Hesitação em adotar o blockchain devido à percepção pública negativa	Falta de envolvimento de partes interessadas
Dificuldade em mudar a cultura organizacional	Problemas de colaboração na cadeia de suprimentos	Desafios de segurança	Incertezas
Falta de novas políticas para o uso de tecnologias	Desafios na integração de tecnologia	Imutabilidade remete a alguns desafios	Falta de recompensas e programas de incentivo
Ausência de conhecimento e experiência	Desafio da política de divulgação de informações entre parceiros	Imaturidade da tecnologia	Falta de envolvimento da indústria em práticas éticas e seguras
Dificuldade em mudar a cultura organizacional	Diferenças culturais dos parceiros da cadeia de suprimentos		
Hesitação em converter para novos sistemas			
Falta de ferramentas para adoção em cadeias de suprimentos			

Fonte: Adaptado de Saberi et al. (2019, p. 2124, tradução nossa).

Alguns desses desafios para se empregar a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos também foram reforçados por outros autores, como: a necessidade de que os diversos parceiros presentes na cadeia de suprimentos concordem com os benefícios da utilização da tecnologia *blockchain* (MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; WANG et al., 2019), principalmente, quando existe a dificuldade de se avaliar os retornos financeiros da utilização dessa tecnologia (WANG et al., 2019).

No entanto, os desafios mais comuns estão relacionados aos aspectos técnicos, por exemplo, devido à imaturidade do *blockchain*, a tecnologia ainda apresenta problemas de escalabilidade (TIAN, 2016; WANG et al., 2019) ou as atuais velocidades de transação ainda são muito baixas (HUGHES et al., 2019; WANG et al., 2019) e uma ausente padronização do sistema (O'LEARY, 2017; MIN, 2019).

Existe, também, o desafio da exigência de um grande poder computacional para que as transações sejam validadas pelos nós (O'LEARY, 2017; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; MIN, 2019), além dos custos e aprendizado para a adoção da tecnologia *blockchain* e os desafios no que tange à programação dos contratos inteligentes (LU; XU, 2017; HALD; KINRA, 2019).

Portanto, alguns *trade-offs* devem ser avaliados pelos gestores. Deve-se ter atenção se vale à pena investir quando ainda existem “preocupações e críticas em torno da tecnologia – sua imaturidade, falta de evidências até o momento, preocupações de que nem sempre é necessário, entre outras” (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019, p. 479, tradução nossa).

No entanto, em cadeias globais complexas ou que apresentam produtos com elevados padrões de segurança, como produtos farmacêuticos ou alimentícios, podem sim apresentar benefícios com a sua adoção (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019).

2.5 O MODELO SCOR E A TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

O SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) é um modelo que descreve as etapas relacionadas à satisfação da demanda de um cliente (APICS, 2017).

O modelo SCOR foi apresentado em 1996 e passou a ser adotado a partir de 1997 (GONÇALVES, 2013) por organizações públicas e privadas em todo o mundo (APICS, 2017). Tem como objetivo, o de estabelecer padrões que permitam avaliar o

gerenciamento da cadeia de suprimentos (GONÇALVES, 2013), de diferentes complexidades e de diferentes setores (APICS, 2017).

Segundo Chopra e Meindl (2016, p. 9), “o modelo SCOR fornece uma descrição dos processos da cadeia de suprimentos, um quadro de relações entre esses processos e um conjunto de métricas para medir o desempenho do processo”.

Gonçalves (2013, p. 310) afirma que “o modelo SCOR envolve a descrição, a caracterização e a avaliação de um sistema de produção em toda a extensão de sua cadeia logística”.

O modelo gira em torno de 6 processos de gerenciamento (Quadro 9), que são: *Plan* (Planejamento), *Source* (Abastecimento), *Make* (Produção), *Deliver* (Distribuição), *Return* (Devolução) e *Enable* (Facilitador) (APICS, 2017).

Quadro 9 - Características dos processos do modelo SCOR

Processos	Características
<i>Plan</i>	Processo relacionado com o planejamento das atividades que compreendem uma cadeia de suprimentos, como: O gerenciamento dos negócios, o desempenho da cadeia de suprimentos, a gestão dos estoques, gestão financeira, o transporte de bens, entre outros
<i>Source</i>	Concerne às atividades de entregas de produtos, recebimentos de matérias-primas, pedidos, pagamentos, escolha de fornecedores, entre outros
<i>Make</i>	Refere-se às atividades de produção. Preocupa-se com a programação da produção, os equipamentos, as instalações, entre outros
<i>Deliver</i>	Trata do atendimento dos pedidos dos clientes, definição das melhores rotas, escolha do transporte, gestão dos centros de distribuição
<i>Return</i>	Processo que se preocupa com o retorno de produtos defeituosos do consumidor para a cadeia de suprimentos
<i>Enable</i>	O processo <i>enable</i> diz respeito às atividades de gestão de recursos humanos, gestão de riscos, gestão dos dados e informação, o estabelecimento de contratos, regulamentos, entre outros

Fonte: Adaptado de APICS, 2017.

Vyas, Beije e Krishnamachari (2019) apresentaram os benefícios práticos da tecnologia *blockchain* nos seis processos de gerenciamento - *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, *Return* e *Enable*, conforme o Quadro 10 a seguir:

Quadro 10 - Benefícios práticos da adoção da tecnologia *blockchain* nos seis processos do modelo SCOR

Modelo SCOR	Características	Processos do SCOR com a adoção da tecnologia <i>blockchain</i>
<i>Plan</i>	Planejamento das atividades presentes em uma cadeia de suprimentos	Ganho em visibilidade dos ativos e processos
<i>Source</i>	Atividades referentes ao abastecimento de produtos	Ganhos em rastreabilidade e automatização de processos via contratos inteligentes
<i>Make</i>	Atividades de produção	Avaliação da proveniência dos insumos
<i>Deliver</i>	Atendimento de pedidos	Otimização da distribuição de documentos entre os diversos integrantes da cadeia de suprimentos
<i>Return</i>	Concernente à logística reversa	Imutabilidade e distribuição permitindo a identificação dos produtos
<i>Enable</i>	Processos relacionados à GCS como um todo	Benefícios resultantes da adoção da tecnologia nos outros processos

Fonte: Adaptado de Gonçalves (2013), APICS (2017) e Vyas; Beije; Krishnamachari (2019).

A visibilidade em tempo real dos ativos e processos presentes em uma cadeia de suprimentos, proporcionada pela capacidade de distribuição da informação da

tecnologia *blockchain* entre os diversos elos da cadeia, aprimoram o processo de planejamento (*Plan*) pelos gestores (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Quanto ao abastecimento (*Source*), Vyas, Beije e Krishnamachari (2019), comentam que o *blockchain* permite a rastreabilidade das transações impactando diretamente nos processos de entrega e recebimento insumos, assim como na segurança desses itens, principalmente em complexas cadeias de suprimentos. Os contratos inteligentes otimizam os processos de pagamentos e os pedidos de compra.

Os impactos da tecnologia *blockchain* também podem ser percebidos nas atividades de manufatura (*Make*), mas são mais limitados, impactando indiretamente, como quando permite avaliar a proveniência da matéria-prima de um determinado produto agilizando o processo de aprovação de peças de produção (PPAP - *Production Parts Approval Process*, em inglês), por exemplo (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Na distribuição (*Deliver*) o *blockchain* permite o compartilhamento do conhecimento de embarque, faturas, comprovante de entrega e outros documentos entre as empresas de transporte, distribuidoras, clientes, entre outros (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Por ser um livro razão imutável distribuído, auxilia na logística reversa de produtos (*Return*), possibilitando cadeia mais sustentáveis (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Por fim, segundo os autores, os benefícios gerados pela adoção da tecnologia *blockchain* nos outros processos, conseqüentemente proporcionam ganhos de desempenho no processo *Enable* (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Dessa forma, o modelo SCOR tem importância para este trabalho por se constituir em uma ferramenta para auxiliar na avaliação da utilização da tecnologia *blockchain* em uma cadeia de suprimentos, permitindo dividi-la nos 6 processos (*Plan, Source, Make, Deliver, Return e Enable*) e, subsequentemente, comparar os achados do estudo de caso com os benefícios descritos na literatura.

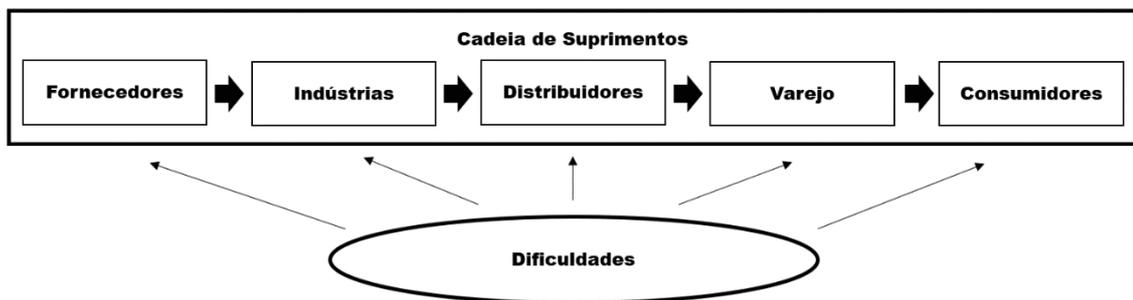
2.6 CONSTRUÇÃO DO ESQUEMA ANALÍTICO

Conforme foi apresentado, as cadeias de suprimentos são constituídas por diversos integrantes, como fornecedores, indústrias, distribuidores, varejo, consumidores, entre outros. Muitas vezes, se constituem em uma rede complexa,

podendo se estender por diversos continentes (MENTZER, 2001; BALLOU 2006a; SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010; CSCMP, 2013; BOWERSOX et al., 2014; MONCZKA et al., 2015).

Como resultado, as cadeias de suprimentos se tornaram mais suscetíveis às disrupções, como: desastres naturais, ataques terroristas, fatores políticos, entre outros, reflexos das incertezas advindas globalização (SIMCHI-LEVI, 2010; FIKSEL et al., 2015). Essas informações encontram-se reunidas na Figura 14.

Figura 14 - Integrantes e dificuldades presentes em uma cadeia de suprimentos

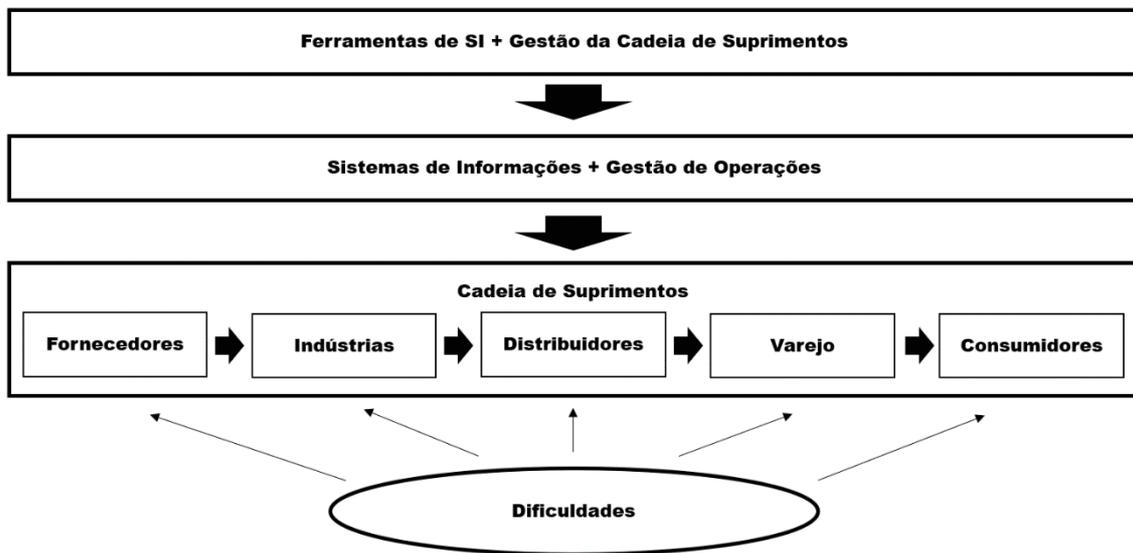


Fonte: Elaborado pelo autor.

Procurando contornar a complexidade presente nas cadeias de suprimentos, assim como pressões originadas pela alta competitividade atual, as empresas têm empregado a GCS para coordenar e integrar o fluxo de materiais e informações entre os diversos elos das cadeias de suprimentos, procurando ganhos em eficiência e melhoria no atendimento ao cliente (MENTZER, 2001; BALLOU 2006a; SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMCHI-LEVI, 2010; CSCMP, 2013; BOWERSOX et al., 2014; MONCZKA et al., 2015).

Procurando aprimorar a eficiência da GCS, as empresas vêm fazendo a utilização de ferramentas de SI (PORTER; MILLAR, 1985; LAUDON; LAUDON, 2014; STAIR; REYNOLDS, 2015; KUMAR; MOOKERJEE; SHUBHAM, 2018), como pode ser visto na Figura 15.

Figura 15 - Ferramentas de SI e GCS para a otimização das operações das cadeias de suprimentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre essas ferramentas, encontra-se a tecnologia *blockchain*, que surgiu em 2008 com o propósito de ser uma alternativa ao sistema bancário convencional e passou a ser promissor para o compartilhamento de informações em cadeias de suprimentos (ANTONOPOULOS, 2016; GAUR et al., 2018; VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

As características de ser um livro razão distribuído, imutável e descentralizado permite o processamento e registro de transações seguras, transparentes, auditáveis e imutáveis. Assim como viabiliza a implementação dos contratos inteligentes que possibilitam a automatização das transações, proporcionando ganhos em confiança e rastreabilidade (BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; GAUR et al., 2018; KSHETRI, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CHANG; CHEN; LU, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; CHOI, 2019; SABERI et al. 2019), conforme ilustrados na Figura 16.

Figura 16 - Benefícios resultantes da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

No entanto, alguns desafios são apontados na literatura quando se trata da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos. Muitas desses desafios são advindos da imaturidade desta tecnologia, como: as reduzidas velocidades de processamento das transações (O'LEARY, 2017; HUGHES et al., 2019; MIN, 2019), a dificuldades para a escalabilidade (TIAN, 2016; O'LEARY, 2017; MIN, 2019), custos de *hardware* (LU; XU, 2017; SABERI et al., 2019), falta de pessoal qualificado (LU; XU, 2017; O'LEARY, 2017; MIN, 2019), ausência de padronização (O'LEARY, 2017; MIN, 2019), aceitação interorganizacional (O'LEARY, 2017; MIN, 2019, SABERI et al., 2019), entre outros, como pode ser visualizado na Figura 17.

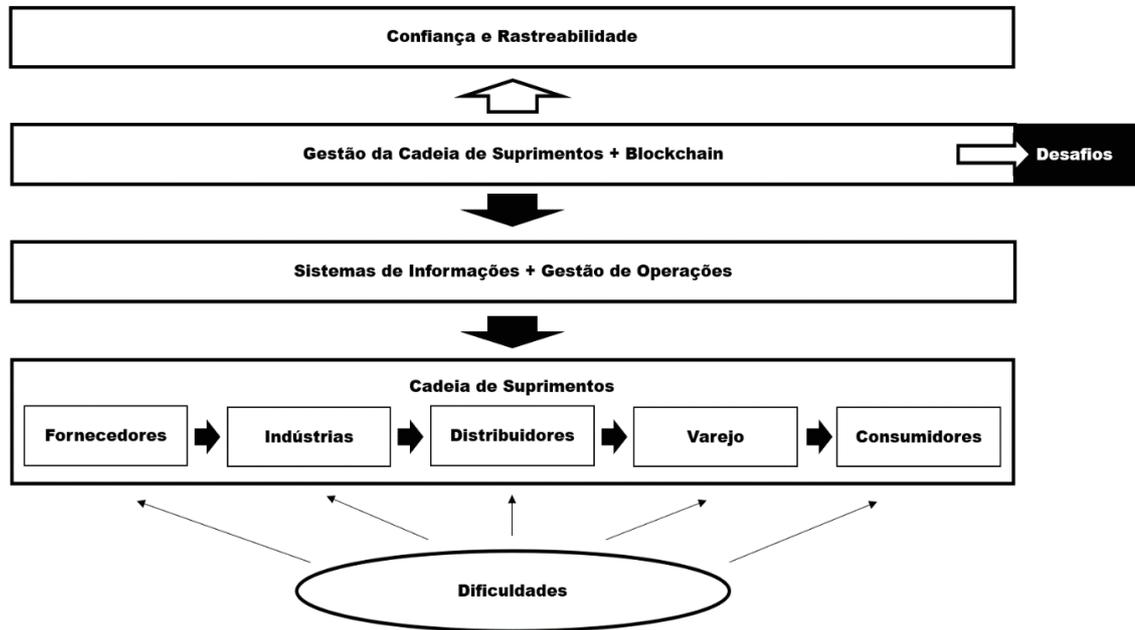
Figura 17 - Desafios resultantes da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

Fundamentado no que foi apresentado no referencial teórico um esquema analítico foi construído conforme a Figura 18. Com isso torna-se possível observar as relações entre as diferentes teorias apresentadas.

Figura 18 - Esquema analítico do referencial teórico



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse ponto, conclui-se o referencial. Até aqui buscou-se resgatar os trabalhos que balizam as duas áreas que dizem respeito a essa pesquisa, os relacionados com a GO com foco na GCS, quanto os referentes ao SI direcionados para a tecnologia *blockchain*.

Uma síntese dos artigos aqui reunidos sobre a confiança e rastreabilidade proporcionada pela utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos também foram apresentados, assim como o modelo SCOR, e por fim, um esquema analítico foi apresentado para servir de guia para a coleta e análise dos dados.

A seguir o trabalho direciona-se à metodologia, onde justifica-se a escolha do método, tem-se a apresentação das ferramentas de pesquisa que permitiram a coleta e análise dos dados que viabilizaram responder ao problema a que essa pesquisa pretendeu resolver - **“como está sendo utilizada a tecnologia do *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil?”**.

3 METODOLOGIA

No presente capítulo são apresentados os aspectos metodológicos que direcionaram a pesquisa. O primeiro ponto apresentado é a orientação paradigmática e os objetivos da pesquisa. Em seguida, o método de investigação adotado e o porquê da escolha desse método.

Depois, é explicitado como foram as fases da pesquisa, com a elaboração da pergunta de pesquisa, demonstração de como foram selecionados os artigos para o referencial teórico, o desenvolvimento das categorias de análise, como se deu a coleta e o tratamento dos dados. Por fim, comenta-se sobre as limitações da pesquisa.

3.1 ORIENTAÇÃO PARADIGMÁTICA E OBJETIVOS DA PESQUISA

Esta pesquisa se apresenta como um estudo de caso e, assim, uma orientação qualitativa, numa perspectiva de afiliação paradigmática positivista. Malhotra (2015) define pesquisas qualitativas como pesquisas exploratórias, que abordam determinado problema utilizando-se de pequenas amostras.

Apesar de Creswell (2003) afirmar que pesquisas qualitativas se caracterizam por um viés construtivista, ou seja, que procuram identificar múltiplos significados de experiências individuais, contrariamente Yin (2015) aponta que pesquisas qualitativas como os estudos de casos também podem apresentar uma perspectiva realista, positivista, em que o pesquisador "assume a existência de uma realidade individual independente de qualquer observador" (YIN, 2015, p. 18).

Diante disso, essa pesquisa adotou a perspectiva positivista por se basear na ótica do método de estudo de caso proposta por Yin (2015), que é direcionado para este paradigma.

Essa pesquisa teve como objetivo o de ser um estudo exploratório. Gil (2002, p. 41) afirma que pesquisas exploratórias têm o objetivo de "proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito".

Este trabalho se encontrou nessa classificação por investigar e expor as características da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil, observando os fenômenos de sua utilização, propriedades e desafios.

3.2 MÉTODO

Conforme destaca Yin (2015), existem cinco principais métodos de pesquisa em ciências sociais - estudo de caso, experimento, levantamento, análise de arquivos e pesquisa histórica.

O estudo de caso é o mais indicado quando se pretende abordar fenômenos sociais complexos, onde (1) o pesquisador procura entender "como?" ou "por quê?" um determinado fenômeno ocorre, (2) o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos comportamentais e, (3) o estudo se dá sobre eventos contemporâneos. Essas particularidades encontradas nos principais métodos de estudo em ciências sociais são resumidas no Quadro 11 a seguir:

Quadro 11 - Situações relevantes para os diferentes métodos de estudo em ciências

Método	Forma de questão de pesquisa	Exige controle de eventos comportamentais?	Enfoca eventos contemporâneos?
Experimento	como, por quê?	Sim	Sim
Levantamento (survey)	quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim
Análise de arquivos	quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim/Não
Pesquisa histórica	como, por quê?	Não	Não
Estudo de caso	como, por quê?	Não	Sim

Fonte: Adaptado de Yin (2015, p. 10).

Yin (2015), define o estudo de caso como o método que:

Investiga um fenômeno contemporâneo (o "caso") em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes (YIN, 2015, p. 17).

E apresenta as seguintes características: (1) abordagem em que existem mais variáveis de interesse do que pontos de dados, (2) conta com múltiplas fontes de evidência, e (3) utiliza-se de proposições teóricas que fundamentam a coleta e a análise dos dados (YIN, 2015).

Segundo Ghauri (2004, p. 109, tradução nossa), nos estudos em administração, normalmente usa-se estudos de casos quando se quer "obter

informações sobre um problema, uma situação de gerenciamento ou uma nova teoria". O autor completa afirmando que:

os estudos de caso são um método útil quando a área de pesquisa é relativamente menos conhecida, e o pesquisador está engajado em tipos de pesquisa de construção de teoria. Esta é talvez a abordagem mais usada para pesquisa de teses e dissertações em estudos de negócios em geral (GHAURI, 2004, p. 109, tradução nossa).

Em resumo, o presente trabalho se concentrou na questão norteadora de **"como está sendo utilizada a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil?"**. Já que esta pesquisa procurou entender "como" se dá a utilização desta tecnologia, debruçou-se na investigação de um fenômeno contemporâneo, e apresentando nenhum controle sobre os comportamentos, logo, tornou-se adequado a utilização do método de estudo de caso conforme apresentado por Yin (2015).

3.3 FASES DA PESQUISA

As fases da pesquisa compreendem as etapas que permitiram a construção da pergunta de pesquisa, da seleção do material que estruturou o referencial teórico e das categorias que serviram de base para a construção das ferramentas de coleta e análise dos dados.

3.3.1 Formulação da pergunta de pesquisa

A questão de pesquisa foi fundamentada pela literatura destacada no Capítulo 2. Conforme apresentado, diversos estudos expõem as dificuldades apresentadas pelas cadeias de suprimentos, notadamente em um contexto cada vez mais globalizado.

Também foram apresentadas pesquisas evidenciando os possíveis benefícios da utilização da tecnologia *blockchain* em diversas cadeias de suprimento.

Logo, levantou-se o seguinte questionamento: *como está sendo utilizada a tecnologia do blockchain em cadeias de suprimentos no Brasil?* A Figura 19 resume o processo.

Figura 19 - Principais etapas do desenvolvimento da pergunta de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro fator de relevância para a escolha dessa pergunta de pesquisa é a carência de estudos referentes a utilização dessa tecnologia no Brasil, possibilitando um aprofundamento sobre este assunto.

3.3.2 Pesquisa bibliográfica

Para a construção do referencial teórico, nessa pesquisa foram utilizadas como base de dados o *Scopus*, a *Web of Science*, a *Wiley Online Library* e o *Google Scholar*.

No campo de pesquisa foram utilizadas palavras-chave relacionadas com o tema. Na seleção, foi dada preferência aos artigos classificados pelo *Journal Citation Reports* com alto fator de impacto.

Em seguida, avaliou-se o resumo presente nestes estudos. Somente os artigos coerentes com a proposta da pesquisa foram selecionados para a construção da base teórica. Livros didáticos também ajudaram na construção do referencial.

No entanto, para o tópico Gestão da cadeia de suprimentos e a tecnologia *blockchain* (ver 2.4) uma pesquisa mais criteriosa foi adotada. Sobre esse assunto, procurou-se investigar como o tema vinha sendo abordado pelos principais artigos.

Para esta tarefa, adaptou-se a metodologia de investigação realizada por Casino, Dasaklis e Patsakis (2018) e optou-se por duas bases de dados, a *Scopus* e a *Web of Science*.

Tendo em vista que o presente trabalho adotou uma perspectiva de se conhecer os impactos desta tecnologia na gestão das cadeias de suprimentos,

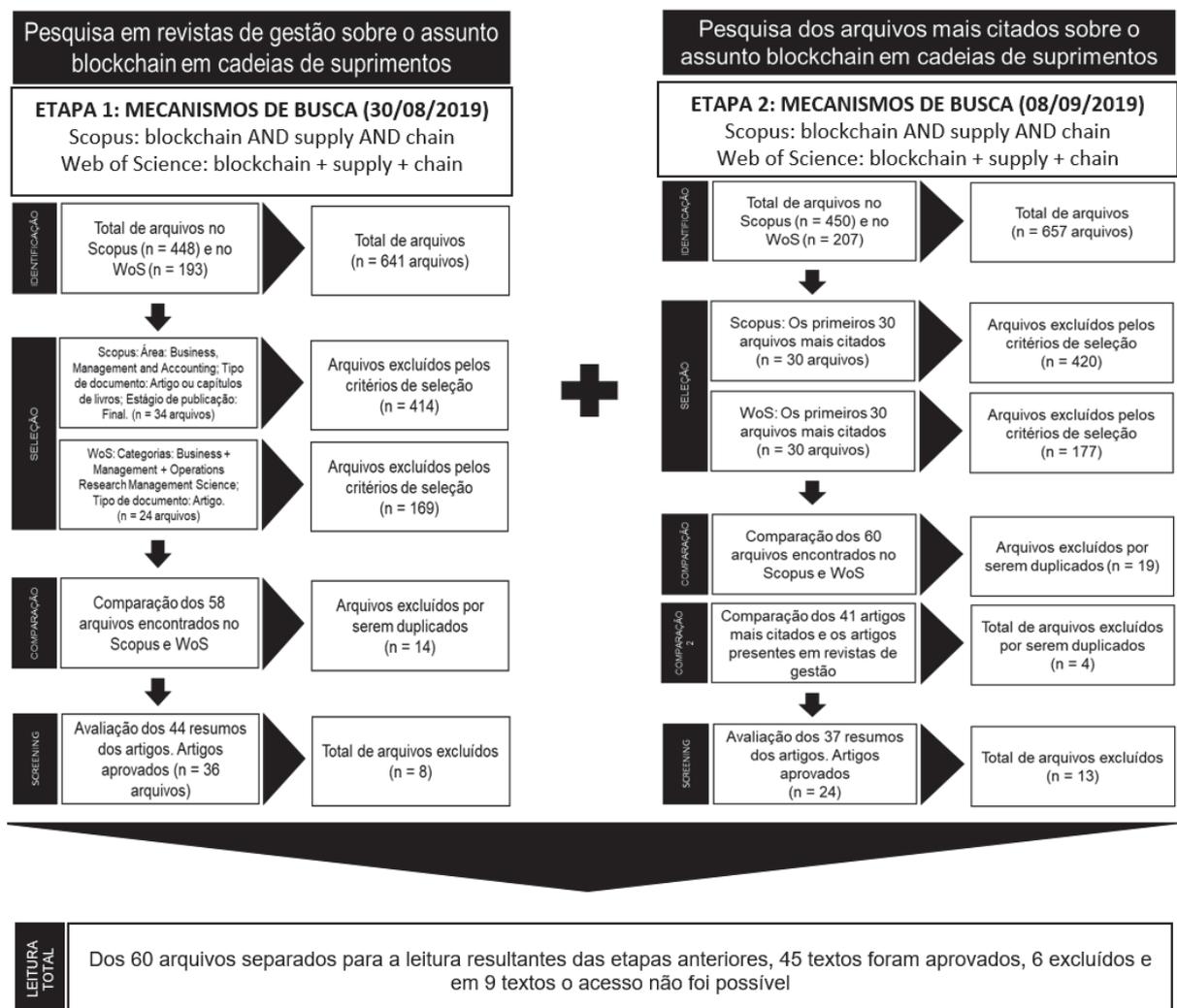
procurou-se concentrar, a princípio, apenas em revistas de gestão presentes em ambas as bases de dados, conforme demonstrado na Figura 20.

Arquivos que estavam direcionados para questões relacionadas à arquitetura ou apenas para o caráter tecnológico do *blockchain* foram excluídos.

Após as etapas de seleção, comparação e *screening*, 36 textos foram selecionados para a leitura. No entanto, percebeu-se que algumas pesquisas relevantes ficaram de fora.

Portanto, uma segunda fase de investigação foi realizada em ambas as bases de dados. Nesta fase investigou-se os 30 artigos mais citados, tanto no *Scopus*, quanto no *Web of Science*, conforme apresentado pela Figura 20.

Figura 20 - Esquema dos mecanismos de seleção



Fonte: Elaborado pelo autor.

A segunda etapa de seleção de textos resultou em 24 arquivos. Somados aos 36 da etapa anterior ficaram 60 textos para a leitura.

Desses 60 textos, foi realizada a leitura completa de 51 textos, onde 45 foram aprovados e 6 excluídos. Por fim, o acesso a 9 arquivos não foi possível.

Dos 45 artigos selecionados, todos estão no idioma inglês. Apenas um artigo foi publicado em 2016. Doze artigos (26,67%) foram publicados em 2017, 15 (33,33%) em 2018 e 17 (37,78%) textos foram publicados em 2019.

3.3.3 Categorias de análise

Para a construção das entrevistas e como uma das ferramentas para a análise do material da pesquisa, optou-se pela categorização preconizada por Bardin (2016).

A categorização é "uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com critérios previamente definidos" (BARDIN, 2016, p. 147). Para fins desse trabalho o critério de categorização escolhido foi o temático.

Ou seja, os elementos foram agrupados de acordo com os temas estudados, por exemplo, a categoria temática confiança foi composta por cinco subcategorias que, de acordo com a literatura, são qualidades que podem impactar de alguma forma a relação de confiança entre os parceiros em uma cadeia de suprimentos.

Da mesma forma, a subcategoria – automatização de transações – foi formada com todos os elementos dos textos que tivessem relação de sentido com a possibilidade de se automatizar as transações.

Para a definição das categorias, a grade de análise utilizada foi a grade mista, onde as categorias são estabelecidas preliminarmente (*a priori*) (da literatura), mas com a possibilidade de inclusão ou exclusão de categorias com o decorrer da pesquisa (VERGARA, 2005).

Portanto, este trabalho estabeleceu 18 subcategorias de análise "a priori" extraídas do referencial teórico construído no capítulo 2.

3.3.3.1 Subcategorias referentes sobre os processos nas cadeias de suprimentos

As primeiras sete subcategorias são referentes aos processos das cadeias de suprimentos, conforme o Quadro 12:

Quadro 12 - Subcategorias de análises "a priori" sobre os processos da cadeia de suprimentos

Subcategorias	Características
Abastecimento	Concerne às atividades de entregas de produtos, recebimentos de matérias-primas, pedidos, pagamentos, escolha de fornecedores, entre outros.
Devolução	Processo que se preocupa com o retorno de produtos defeituosos do consumidor para a cadeia de suprimentos.
Fornecimento	Trata do atendimento dos pedidos dos clientes, definição das melhores rotas, escolha do transporte, gestão dos centros de distribuição.
GCS	Conforme o definido pelo Conselho de Profissionais de Gestão da Cadeia de Suprimentos (Ver 2.1).
Planejamento	Processo relacionado com o planejamento das atividades que compreendem uma cadeia de suprimentos.
Produção	Refere-se às atividades de produção. Preocupa-se com a programação da produção, os equipamentos, as instalações, entre outros.
Facilitar	Recursos humanos, gestão de riscos, gestão de informação, entre outros.

Fonte: Adaptado de Gonçalves (2013), APICS (2017) e Vyas, Beije e Krishnamachari (2019).

Desenvolvido com a proposta de auxiliar gestores e pesquisadores nas tarefas de GCS, o modelo SCOR reúne os processos presentes nas cadeias de suprimentos e possibilita a sua avaliação (GONÇALVES, 2013; CHOPRA e MEINDL, 2016).

Conforme apresentado na seção 2.5, os processos são divididos em: Planejamento (*Plan*), Abastecimento (*Source*), Produção (*Make*), Distribuição (*Deliver*), Devolução (*Return*) e Facilitar (*Enable*) (GONÇALVES, 2013; CHOPRA; MEINDL, 2016). Esses processos foram reunidos para a construção das subcategorias à priori referentes às cadeias de suprimentos.

A subcategoria referente à GCS foi extraída da seção 2.1.1 desse referencial, onde ficou definido que para fins desse trabalho, o conceito de GCS apresentado pelo

Conselho de Profissionais de Gestão da Cadeia de Suprimentos (*Council of Supply Chain Management Professional - CSCMP*) seria o utilizado.

3.3.3.2 Subcategorias referentes à confiança nas cadeias de suprimentos

Para a elaboração das subcategorias referentes à confiança proporcionada pela adoção da tecnologia *blockchain* foram utilizados os estudos da seção 2.4.1. Levando-as em consideração, essa pesquisa separou subcategorias para cada um dos benefícios pesquisados. Para a confiança, cinco subcategorias foram extraídas da literatura, conforme demonstrado no Quadro 13 a seguir:

Quadro 13 - Características da categoria de análises "a priori": confiança

Características	Referências
Otimização da visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores	LACITY, 2018; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; CHOI et al., 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019.
Ganhos de coordenação	HALD; KINRA, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019
Eliminação de intermediários	KSHETRI, 2018; LACITY, 2018; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019.
Automatização de transações	PLANT, 2017; WANG et al., 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018; FELIN; LAKHANI, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019.
Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade	HOLLAND; NIGISCHER; STJEPANDIC, 2017; NOTHEISEN; CHOLEWA; SHANMUGAM, 2017; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essas subcategorias foram selecionadas por terem sido mencionadas, de alguma forma, por atuarem no estreitamento das relações entre os participantes da cadeia, seja, otimizando as operações e a coordenação, na redução de riscos ou permitindo uma nova configuração da cadeia de suprimentos com a eliminação de intermediários e a possibilidade de novos negócios.

3.3.3.3 Subcategorias referentes à rastreabilidade nas cadeias de suprimentos

Para a rastreabilidade, duas subcategorias foram retiradas da seção 2.4.2 do referencial, de acordo com o Quadro 14.

Quadro 14 - Características da categoria de análises "a priori": rastreabilidade

Características	Referências
Permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos	BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; KSHETRI, 2018; SANDER; SEMEIJN; MAHR, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; CHEN; LU, 2019; CHOI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; SABERI et al., 2019.
Consenso permitindo a certificação de produtos	BOCEK et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; SYLIM et al., 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; CHEN; LU, 2019; CHOI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; SABERI et al., 2019.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As subcategorias sobre a possibilidade de acompanhar todo o histórico das transações e a certificação advinda do consenso entre os participantes da cadeia de suprimentos estão relacionadas aos casos encontrados na literatura sobre a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos farmacêuticas, alimentares, entre outras.

3.3.3.4 Subcategorias referentes aos desafios da implementação da tecnologia *blockchain* nas cadeias de suprimentos

Por fim, como alguns desafios são apontados na literatura quando se trata da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, achou-se pertinente a elaboração de mais quatro subcategorias (Quadro 15) sobre os desafios da utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

Quadro 15 - Subcategorias de análises "a priori" sobre os desafios da utilização da tecnologia *blockchain* nas cadeias de suprimentos

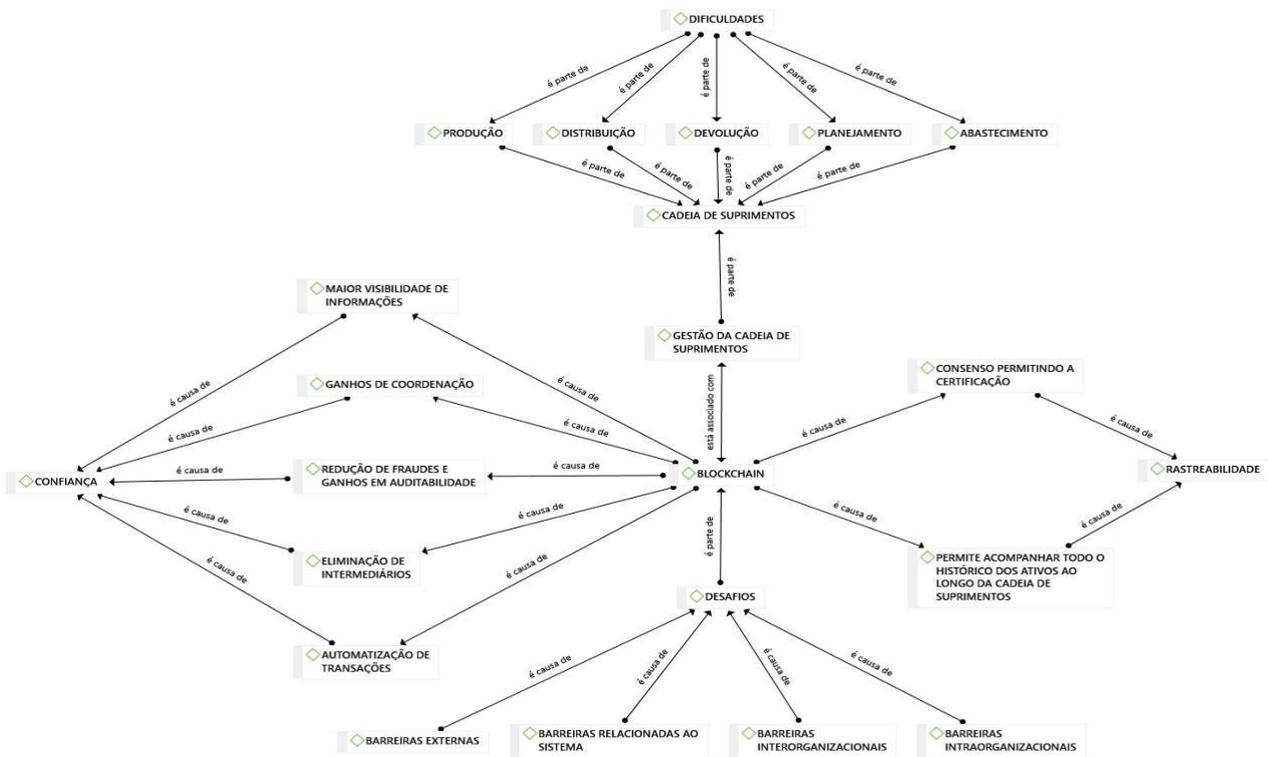
Subcategorias	Características	Referências
Barreiras intraorganizacionais	Resultantes das atividades internas das empresas	LU; XU, 2017; MIN, 2019; SABERI et al., 2019
Barreiras interorganizacionais	Barreiras originárias do relacionamento das empresas	PERBOLI, MUSSO, ROSANO, 2018; SABERI et al., 2019
Barreiras relacionadas ao sistema	Referente às ferramentas necessárias ou do próprio <i>blockchain</i>	TIAN, 2016; LU; XU, 2017; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; MIN, 2019; SABERI et al., 2019
Barreiras externas	Restrições governamentais, baixo interesse dos stakeholders	MIN, 2019; SABERI et al., 2019

Fonte: Elaborado pelo autor.

A divisão dessas subcategorias foi inspirada em Saberi et al. (2019), que dividiu os desafios em: barreiras intraorganizacionais, barreiras interorganizacionais, barreiras relacionadas ao sistema e barreiras externas. E foram complementadas por artigos apresentados na seção 2.4.3 dessa dissertação.

Tomando como base o esquema analítico construído na seção 2.6, um mapa esquemático (Figura 21) que abrange toda a teoria do referencial e reúne todas essas categorias com suas respectivas subcategorias foi desenvolvido.

Figura 21 - Organização esquemática das categorias analisadas



Fonte: Elaborado pelo autor.

A proposta com a organização lógica das categorias foi a de observar as relações entre elas para nortear a construção das perguntas das entrevistas e posterior análise dos dados.

3.3.4 Coleta de dados

3.3.4.1 Análise documental

A análise de documental teve como objetivo levantar informações complementares da cadeia de suprimentos, como: quais os motivos da adoção da tecnologia *blockchain*, possíveis benefícios e desvantagens relacionados às categorias estudadas, principalmente as que não foram possíveis de serem extraídas com as entrevistas.

Foi realizada majoritariamente em material disponível em meio eletrônico, especificamente, sites de empresas presentes nas cadeias de suprimentos que utilizam a tecnologia *blockchain*, relatórios governamentais ou de agências de consultoria.

Dessa forma, procurou-se reunir essas informações para confrontar com o que foi coletado nas entrevistas, procurando avaliar as convergências e incongruências entre os diferentes casos.

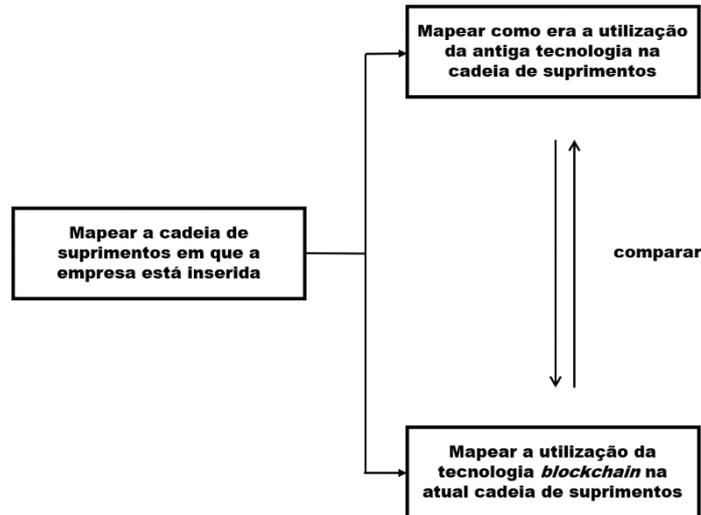
3.3.4.2 Entrevistas

As entrevistas se caracterizaram por serem individuais, em profundidade e semiestruturadas, que se distinguem por permitir a sua adaptação durante o entrevistar (VERGARA, 2012) e o tempo de duração variou entre 30 e 60 minutos. Importante destacar que esse estudo foi realizado durante a pandemia de Covid-19 o que acabou limitando o número em oito entrevistas.

Assim como a análise documental, nessa pesquisa, as entrevistas tiveram como objetivo o levantamento de informações, para o confronto com as categorias de análises e, também, para a geração de novas categorias.

Em sua essência, com as entrevistas procurou-se entender as seguintes questões, conforme a Figura 22, a seguir:

Figura 22 - Objetivos da entrevista



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim, os questionamentos tiveram como objetivo o de conhecer:

- (1) como a empresa está inserida na cadeia de suprimentos e quais os produtos/serviços são oferecidos;
- (2) como era a utilização da tecnologia anterior e o motivo da mudança para a tecnologia *blockchain* pela empresa;
- (3) como era a percepção dos gestores e pesquisadores sobre as subcategorias apresentadas na seção 3.3.3.

Vale ressaltar que como a pesquisa ocorreu durante a pandemia de COVID-19, em que foi preconizado o distanciamento social, todas as entrevistas foram realizadas por telefone. Dessas, duas não puderam ter os áudios gravados devido ao desejo dos entrevistados, no entanto as informações puderam ser detalhadamente anotadas. As outras seis foram gravadas e, em seguida, transcritas para posterior análise.

3.3.4.2.1 Seleção dos sujeitos da pesquisa

De acordo com Hileman e Rauchs (2017), um ecossistema que faz uso da tecnologia *blockchain* apresentam quatro atores, que são: (1) provedores dos serviços de *software*, (2) os operadores da rede, (3) atores periféricos (como os centros de pesquisa, consórcio e outros), e (4) os usuários.

Para essa pesquisa foram selecionados três desses atores: (1) empresas de tecnologia provedoras dos *frameworks* do *blockchain*, (2) empresas que operam a tecnologia em cadeias de suprimentos e, por fim, (3) centros de pesquisa voltados para o estudo da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

O intuito foi observar os diferentes pontos de vistas sobre os quesitos de confiança e rastreabilidade com a adoção da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos por essas empresas.

Os critérios para a seleção foi o contato em congressos de empresas que fazem uso da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, assim como as indicações dos próprios respondentes. A conveniência do acesso a elas também foi um fator determinante.

Para a seleção dos entrevistados, deu-se importância para gestores e pesquisadores que conheçam tanto da tecnologia *blockchain*, quanto de cadeia de suprimentos, para o enriquecimento das respostas. O Quadro 16 destaca o grupo e o cargo a que cada respondente pertencia.

Quadro 16 - Gestores contatados para esse trabalho

Empresas	Entrevistados	Cargo
Operam a tecnologia em cadeias de suprimentos	A01	Executivo
	A02	Sócio fundador
	A03	Sócio fundador
Centros de pesquisa	B01	Pesquisador
	B02	Pesquisador
Provedoras dos <i>frameworks</i>	C01	Executivo
	C02	Executivo
	C03	Executivo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim, as entrevistas foram realizadas com gestores de três empresas distintas que operam a tecnologia como ferramenta de gestão da cadeia de suprimentos, com dois pesquisadores responsáveis pela pesquisa de dois centros de estudo voltados para o desenvolvimento do *blockchain* aplicado a cadeias de suprimentos e com três gestores de empresas de tecnologia provedoras dos *frameworks* de *blockchain* utilizados nas cadeias de suprimentos.

3.3.5 Análise dos dados

A análise dos dados se deu por meio de duas técnicas analíticas. A análise de conteúdo conforme caracterizada por Bardin (2016) e a adequação ao padrão apresentada por Yin (2015).

Conforme Bardin (2016), a análise de conteúdo pode ser definida como:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2016, p. 48).

Segundo Vergara (2005, p. 15), "a análise de conteúdo é considerada uma técnica para o tratamento de dados que visa identificar o que se está sendo dito a respeito de um determinado tema".

Bardin (2016) defende que a análise de conteúdo apresenta duas funções, uma função heurística (com a proposta de se fazer descobertas) e uma função de "administração da prova" (possibilita que durante a investigação surjam hipóteses ou afirmações provisórias), sendo que essas funções podem estar associadas ou não. A autora defende que a análise de conteúdo é um método adequado quando a investigação se dá em um campo pouco explorado, o que justificou a sua utilização para esta pesquisa.

Para tal, o material coletado foi dividido em dois grupos: (1) documentos e; (2) entrevistas. Para as entrevistas, optou-se por dividi-las em 3 subgrupos para cada conjunto de empresas. Todo esse material foi codificado, com o auxílio do ATLAS.ti, *software* específico para esse objetivo, de acordo com as subcategorias mencionadas na seção 3.3.3.

Em seguida, para a análise de conteúdo, os grupos codificados foram reorganizados e rearranjados de acordo com as categorias temáticas apresentadas na seção 3.3.3.

Em consonância à análise de conteúdo, visando a convergência e robustez dos achados, também foi utilizada a técnica de adequação ao padrão. A proposta dessa técnica é a de comparar os padrões das informações coletadas com os padrões presentes na teoria (GHAURI, 2004; YIN, 2015).

Dessa forma, buscou-se confrontar as informações coletadas empiricamente com o que foi apresentado em estudos anteriores, avaliando as semelhanças e diferenças nas categorias de confiança e rastreabilidade com a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

3.4 LIMITAÇÕES DO MÉTODO

O método de estudo de caso apresenta algumas limitações. Yin (2015), comenta sobre a comum negligência dos pesquisadores durante a execução dos estudos de caso; ou o tempo e quantidade de dados extraídos na pesquisa.

O presente estudo também apresenta, como limitação, a questão do fenômeno da implementação do *blockchain* nas cadeias de suprimentos ser um evento recente, com a presença de poucos dados na bibliografia, além de apresentar poucos casos para a extração dessas informações que possibilitem a utilização de ferramentas quantitativas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo reúne os resultados e a discussão dos instrumentos de coleta de evidências empregados no estudo. Para tal, foi feito o resgate do referencial teórico com o propósito de se comparar com os padrões encontrados na coleta de dados empíricos dentro de cada subcategoria, conforme discutido na seção 3.3.5 sobre o método de adequação ao padrão.

Vale lembrar que o referencial teórico procurou apresentar como o cenário do emprego da tecnologia *blockchain* aplicado às cadeias de suprimentos está estruturado, com base nos artigos selecionados criteriosamente (ver 3.3.2), exibindo as principais soluções, assim como os desafios relevantes de sua utilização.

Sendo assim, adiante, encontra-se a discussão relativa aos três pontos abordados nesse trabalho: primeiramente, concentra-se na categoria confiança, e em seguida, volta-se para a categoria rastreabilidade, para, por fim, apresentar os principais desafios resultantes da sua aplicação de acordo com a percepção dos entrevistados.

4.1 CONFIANÇA

Nessa primeira seção, a categoria avaliada foi referente à confiança proporcionada pela utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

Conforme apresentado no tópico 2.4.1 do referencial, por se tratar de ser um livro razão imutável e distribuído, criptografado, os algoritmos de consenso, assim como os contratos inteligentes viabilizam a “geração de confiança” com a descentralização da informação, e ao garantir que haja uma concordância entre os diversos participantes sobre a informação compartilhada. (PLANT, 2017; HOLLAND; NIGISCHER; STJEPANDIC, 2017; WANG et al., 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018; FELIN; LAKHANI, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; WANG et al., 2019).

Essa questão foi mencionada pelo entrevistado C02 quando questionado sobre o processo de “geração de confiança”, onde segundo ele: “Sim, sim, sim! Isso é natural do *blockchain*, né? Ao criar a rede você distribui os dados entre todos os participantes, né?”.

Ao distribuir esses dados os participantes passam a ter uma “réplica e *backups* espalhados” (C02), o que garante uma proteção em relação à informação compartilhada, já que “não tem como fraudar a menos que você tenha acesso a toda a rede, a todos os participantes” (C02).

Os ganhos em transparência reflexo desse processo têm o potencial de transformar as atuais cadeias de suprimentos permitindo o fortalecimento do relacionamento entre antigos parceiros ou a formação de novos negócios (COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019).

Segundo C03, com a tecnologia *blockchain*, empresas “que não se confiam dentro de uma cadeia de valor, elas podem confiar numa tecnologia” (C03), e por meio dela aportar confiança em suas relações de negócios como no exemplo do *Blockchain in Transport Alliance* (BiTA) que reúne grandes empresas de transportes, tecnologias, fretes e outras. FedEx, DHL e UPS, empresas que normalmente competem no mesmo setor estão juntas procurando o estabelecimento de padrões para a utilização de tecnologia no ramo de transportadoras (FELIN; LAKHANI, 2018; BiTA, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Sobre esse caso, o entrevistado B01 comentou:

Então, esses caras hoje sentam na mesma mesa pra discutir padrão de dados e depois cada um vai tocar a sua vida! Mas eles não competem mais, no que se dizem, na base tecnológica, né? Utilizando uma infraestrutura que vai ser comum daqui pra frente, [num exemplo de coopetição em que] você tem ganhos pra todos os lados (B01).

O *blockchain* também pode impactar nas relações entre governos e empresas (PLANT, 2017; TSE et al., 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019), como no exemplo brasileiro, que visando combater o desmatamento na Amazônia, por ação da pecuária, e que vem elevando a pressão sobre os grandes frigoríficos nacionais, JBS, Marfrig e Minerva^{10, 11}.

¹⁰ SALLES, M.; MENDES, L. H. Desafios ambientais dos frigoríficos ainda são grandes no Norte. **Valor econômico**. 2020. Disponível em: <<https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2020/03/16/desafios-ambientais-dos-frigorificos-ainda-sao-grandes-no-norte.ghtml>>. Acesso em: 21 de setembro de 2020.

¹¹ PHILLIPS, D. Meat company faces heat over ‘cattle laundering’ in Amazon supply chain. **The Guardian**. 2020. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/environment/2020/feb/20/meat-company-faces-heat-over-cattle-laundering-in-amazon-supply-chain>>. Acesso em: 21 de setembro de 2020.

A iniciativa reúne empresas, governo e terceiro setor para o desenvolvimento de uma plataforma que utiliza o *blockchain* e que possibilita o cruzamento dos dados para a rastreabilidade no fornecimento de gado dos pecuaristas para os frigoríficos¹².

Para o entrevistado A03 isso é um exemplo de como a distribuição da informação passa a transmitir mais credibilidade. Além disso, observa-se a importância da imutabilidade dos dados no livro razão já que o governo não quer que o frigorífico tenha acesso aos dados e possa violá-los (A03).

Neste contexto, em que empresas e governos têm aderido à tecnologia *blockchain* como ferramenta na gestão de cadeia de suprimentos. Tendo como base a literatura do referencial sobre a importância da tecnologia *blockchain* na geração de confiança em cadeias de suprimentos e a partir da percepção dos gestores e pesquisadores entrevistados, foram avaliadas as subcategorias (1) Maior visibilidade de informações, (2) Ganhos de coordenação, (3) Permite a eliminação de intermediários, (4) Automatização de transações, e (5) Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade. Essas categorias serão discutidas no próximo tópico.

4.1.1 Maior visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores.

Os ganhos na visibilidade da informação proporcionados pela tecnologia *blockchain* reduz a imprecisão no abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, bem como tornam mais transparentes as informações dos produtos aos consumidores, entre outros benefícios, conforme destacados por Lacity (2018); Perboli, Musso e Rosano (2018); Chang, Iakovou e Shi (2019); Choi et al. (2019); Cole, Stevenson e Aitken (2019).

No contato com os gestores e pesquisadores foram percebidas essas qualidades para as operações em suas cadeias de suprimentos que podem impactar na “geração de confiança” entre os diversos participantes.

De acordo com A03, a tecnologia *blockchain* tem possibilitado reunir numa única base de dados, informações confiáveis sobre: auditorias, geo monitoramentos, análise de resíduos, entre outras informações, o que pode auxiliar no processo de compra de um frigorífico ao adquirir carne de uma fazenda, por exemplo.

¹² SALLES, M.; MENDES, L. H., op. cit.

Isso tem importância para a otimização da qualificação de fornecedores presentes nas complexas cadeias de suprimentos, pois tem facilitado o gerenciamento de dados contábeis, o que por sua vez, tem reduzido as ineficiências nos processos de compra (CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Segundo C03, a descentralização proporcionada pela tecnologia *blockchain* tem conseguido agilizar o processo de compra, reduzindo em até 50% o tempo dos processos de aquisição frente a um negócio tradicional.

Em concordância com a perspectiva do entrevistado C03, um caso muito semelhante foi o desenvolvido pela SCG (Siam Cement Group), que ao adotar a plataforma *blockchain* Corda, desenvolvida pela R3, além de conseguir uma redução no tempo do processo de aquisição de 70 para 35 minutos, possibilitou, também, uma redução de 70% no custo de todo o processo¹³.

A visibilidade em tempo real em conjunto com os contratos inteligentes também tem impactado no gerenciamento de ativos ao longo da cadeia de suprimentos proporcionando ganhos em rastreabilidade (TIAN, 2017; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Segundo C02, isso tem permitido antecipar problemas nas cadeias de suprimentos, o que reduz o custo da operação logística. Esse assunto será resgatado na seção 4.2.1.

Desta forma, a tecnologia *blockchain* tem tornado as operações de *recalls* mais confiáveis (GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018). Conforme A03, caso um gestor tenha a necessidade de se fazer um *recall*, ao se utilizar a tecnologia *blockchain* passa-se a ter informações mais consistentes para fazê-lo. Essa afirmação está de acordo com o que foi apresentado por Vyas, Beije, Krishnamachari (2019), ao comentarem o papel da tecnologia *blockchain* no processo de Devolução (*Return*).

No que tange aos consumidores, a capacidade da tecnologia *blockchain* de aprimorar a visibilidade da informação relativa ao produto contribui para aumentar a credibilidade dos produtos para os clientes (LU; XU, 2017; CARO et al., 2018;

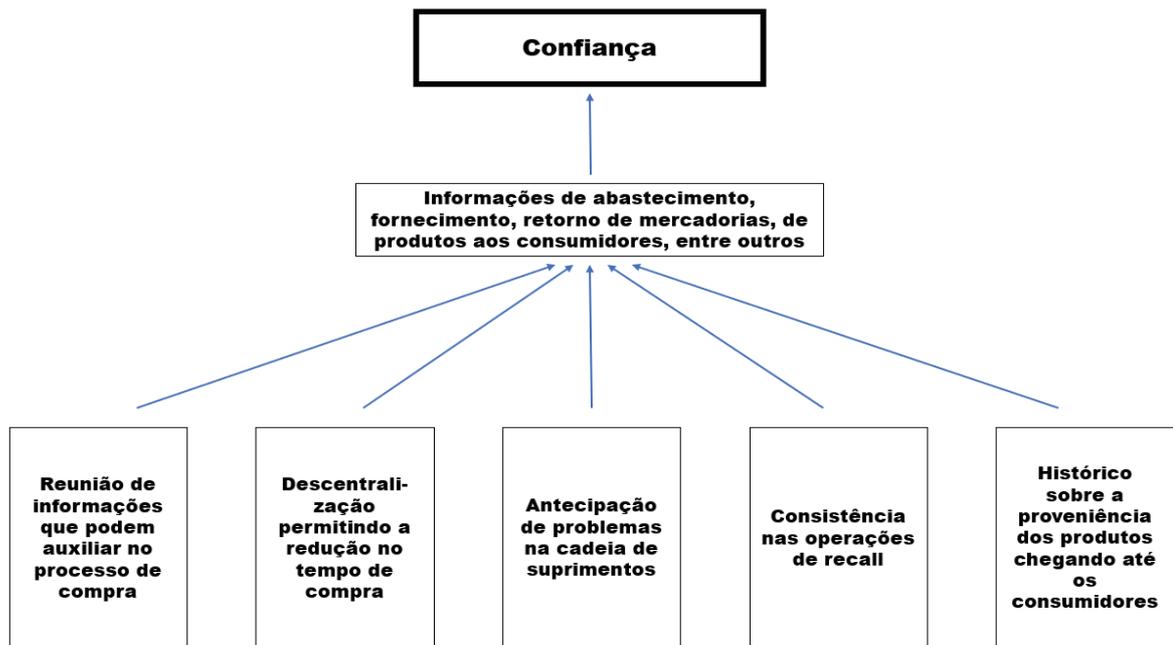
¹³ WOOD, M. Siam Cement Group's blockchain solution sees 50% faster, 70% cheaper procurement. **Ledger Insights**. 2019. Disponível em: <<https://www.ledgerinsights.com/siam-cement-group-blockchain-procurement/>>. Acesso em: 28 de outubro de 2020.

GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; SANDER; SEMEIJN; MAHR, 2018; HUGHES, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

Para os entrevistados A01, A02, A03 e C01, esse histórico sobre a proveniência dos produtos tem chegado até os consumidores por meio de um código QR presente nas embalagens dos produtos, de modo a atender aos consumidores ávidos por conhecer a procedência da mercadoria.

Sendo assim, levando-se em consideração os achados nos contatos com os gestores e pesquisadores relativos a essa subcategoria, um resumo na Figura 23 foi apresentado.

Figura 23 - Qualidades que estão relacionadas com a subcategoria 'maior visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale ressaltar, que os benefícios para “geração de confiança” apresentados estão interligados e podem atuar em todas as etapas dos processos da cadeia de suprimentos, como no Planejamento (*Plan*), Abastecimento (*Source*), Distribuição (*Deliver*), Devolução (*Return*) e Facilitador (*Enable*) (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

Por exemplo, a otimização na qualificação dos fornecedores pode facilitar o desenvolvimento de novos negócios, assim como a antecipação de problemas impacta nas operações de gestão de riscos da empresa (VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019).

4.1.2 Ganhos de coordenação

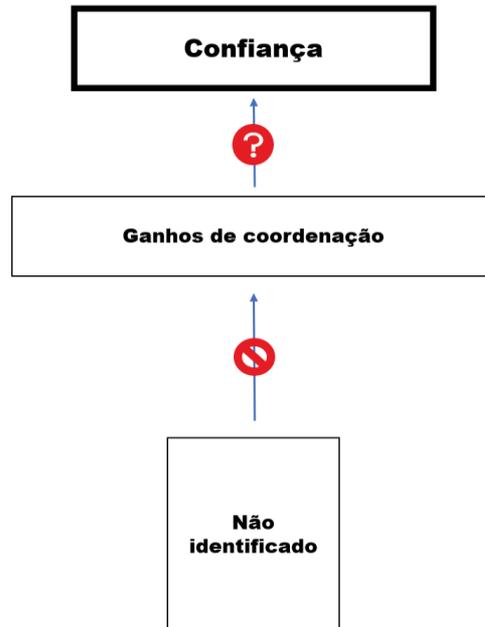
Dificuldades de coordenação resultantes da crescente complexidade das cadeias de suprimentos foram comentados no referencial no tópico 2.1.3.

De forma resumida, o compartilhamento deficiente de informação pode afetar a coordenação entre os diversos integrantes presentes nas cadeias de suprimentos, podem impactar o fluxo físico de produtos refletindo diretamente na dimensão do efeito chicote (SAHIN; ROBINSON, 2002; HUANG; LAU; MAK, 2003), no gerenciamento de estoques (POWER, 2005), na integração entre a logística e a cadeia de suprimentos (STOCK; GREIS; KASARDA, 2000), entre outros.

O compartilhamento dos dados, via *blockchain*, onde cada participante passa a deter uma cópia do livro razão, aumenta a visibilidade das operações entre os parceiros da cadeia de suprimentos, a descentralização de processos decisórios, em conjunto com os contratos inteligentes, pode vir a minimizar os problemas de coordenação (CHAN; CHEN; LU, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; CHOI et al., 2019; HALD; KINRA, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019)

Entretanto, quando indagados sobre os possíveis ganhos em coordenação das operações das cadeias de suprimentos, nenhum dos entrevistados reconheceu que isso ocorre na prática. Portanto, tal fato se mostrou como uma limitação da pesquisa, não permitindo a avaliação proposta na Figura 24, de como essa subcategoria está sendo impactada com o emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil.

Figura 24 - Resultado da avaliação da subcategoria ‘ganhos de coordenação’.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Infere-se que a ausência de coordenação proporcionada pela utilização da tecnologia *blockchain* pode ser decorrente da não descentralização dos modelos de negócios atuais, já que “hoje ainda a tecnologia tá se adequando ao fluxo da informação” (C03).

De acordo com Furlonger e Uzureau (2019), o que se tem hoje não são soluções *blockchain* completas, mas soluções inspiradas em *blockchain*. Entre as propriedades que faltam nas soluções inspiradas em *blockchain*, encontra-se a governança descentralizada.

A imaturidade da tecnologia *blockchain*, aspectos regulatórios e mesmo o desinteresse dos gestores tem dificultado a adoção dos modelos de governança descentralizados (GAUR et al., 2018; FURLONGER; UZUREAU, 2019).

Assim, a dependência de regras de negócio e processos decisórios centralizados pode estar dificultando o despontar da coordenação da cadeia de suprimentos via tecnologia *blockchain*.

4.1.3 Permite a eliminação de intermediários

Os ganhos em confiança relativos à adoção da tecnologia *blockchain*, proporcionada pelo compartilhamento seguro da informação e contratos inteligentes, possibilita a eliminação de intermediários necessários para a verificação e certificação em cadeias de suprimentos convencionais (KSHETRI, 2018; LACITY, 2018; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Isso convergiu à perspectiva do entrevistado B02, que afirmou que com a utilização dos contratos inteligentes existe a possibilidade de eliminação de intermediários e que dessa forma pode-se ter uma economia nos custos das operações, além da otimização dos processos.

Esses intermediários podem ser bancos, bolsas, corretores e tabeliães que atuam como verificadores de transações em modelos de negócios tradicionais (PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; MIN, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019).

Quando indagados sobre a capacidade de eliminação de intermediários nas cadeias de suprimentos, embora confirmarem ser possível, os entrevistados ainda não vêm isso como uma realidade atual.

Conforme B01: “Quer dizer, pra você eliminar um intermediário de uma vez, você precisa adotar processos distribuídos. Eu não sei se essas empresas já chegaram a esse nível, tá?”.

O entrevistado C02 ressaltou que intermediários que estão exclusivamente para a transmissão da informação podem sim, serem eliminados, “O que acontece é que [com o *blockchain*] você acaba tendo sim uma simplificação do processo. A informação flui mais rápido, mais direta, né?”. No entanto, outros intermediários que agregam valor ao processo dificilmente vão ser afetados, já que “muitas vezes a certificadora ela agrega valor de fazer a auditoria, de fazer a certificação. Isso até continua sendo importante” (C02).

Esse contraste também foi comentado por C03, que, por exemplo, levanta a possibilidade de eliminação de intermediários, na “área de saúde a gente tem visto caso que, ah, tem muito *middleman* [intermediário] no processo de negócio pra garantir que uma informação tá saindo de uma empresa e chegando numa outra”.

Muitos dos intermediários que estão presentes e se veem ameaçados virão a se reposicionar para continuar a agregar valor aos processos.

Segundo C01, a finalidade de estarem aplicando a tecnologia às cadeias de suprimentos é a de ser uma ferramenta para otimizar a rastreabilidade, mesmo que “se for o objetivo da cadeia produtiva eliminar os atravessadores a gente consegue fazer” (C01), só que, conforme o entrevistado, a eliminação desses intermediários não tem sido o foco de quem adota a tecnologia *blockchain*.

A Figura 25 apresenta um resumo acerca do que foi comentado para essa subcategoria.

Figura 25 - Resultado da avaliação da subcategoria ‘permite a eliminação de intermediários’.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na literatura existem casos como o das empresas Maersk em conjunto com a IBM, ou da Modum.io, que desenvolveram uma rede *blockchain*, com o intuito de reduzir a dependência de intermediários, otimizar a eficiência do processo e a redução de custos operacionais (BOCEK et al., 2017; KSHETRI, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

No Brasil, aparentemente, mesmo que exista a possibilidade da eliminação de intermediários, as empresas que têm adotado a tecnologia *blockchain* ainda não estão se concentrando nessa possibilidade. Conforme mencionou B01, “pode ser muita inovação de uma vez só”.

4.1.4 Automatização de transações

Uma propriedade importante do *blockchain* em cadeias de suprimentos são os contratos inteligentes (CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN 2019; VYAS; BEIJE; KRISHNAMACHARI, 2019). Eles permitem a programação do complexo conjunto de dados presentes nos processos e regras contidas nas transações das cadeias de suprimentos (HILEMAN; RAUCHS, 2017; FURLONGER; UZUREAU, 2019).

Dessa forma, torna-se possível a automatização de operações e transações, como: pedidos de compra, notificações de remessa, gerenciamento de estoque, relatórios, entre outros, proporcionando ganhos de agilidade e nos custos (PLANT, 2017; WANG et al., 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019).

Quando indagados sobre os contratos inteligentes e sobre o que de concreto já vem ocorrendo, os entrevistados dos três diferentes setores pesquisados destacaram a importância da ferramenta, principalmente no que concerne a automatização de processos.

Os gestores questionados das empresas provedoras dos *frameworks* do *blockchain* afirmam que “já é uma realidade!” (C03) traduzirem as regras de negócios para os contratos inteligentes. E que sim, é possível utilizá-lo “na operação do dia a dia” (C03) e da capacidade “de agilizar as coisas. De executar de forma mais automatizada as coisas ao invés de ter que esperar *inputs* manuais” (C03).

Ressaltaram sobre a importância dos contratos inteligentes na validação dos dados, facilitando o fluxo dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos e evitando a “divergência de dados de produto, pra depois lá na frente você ter que resolver isso” (C02). Proporciona, ainda, uma redução dos custos ao antecipar a detecção de um determinado problema.

Os centros de pesquisa também apontaram para a importância dos contratos inteligentes para criar um fluxo de pagamentos automáticos. Citando como exemplo o de uma cadeia da carne bovina, B02 comentou a situação onde se tem uma transportadora que realiza o deslocamento de carne do frigorífico até à distribuidora. Se os sensores *IoT* identificam que a transportadora honrou 100% do que estava registrado no contrato inteligente, o pagamento é automaticamente acionado. Caso os sensores *IoT* não identifiquem o transporte ideal, dispara-se 70% do valor. Até um limite especificado onde seria desfeito o negócio.

Vale lembrar sobre a sinergia existente entre os contratos inteligentes e os sensores de *IoT*. Enquanto que os sensores *IoT* coletam informações relativos aos produtos, os contratos inteligentes podem avaliar se essas informações estão corretas (KSHETRI, 2017b; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Isso possibilita, por exemplo, programar os contratos inteligentes para alertar outros parceiros ou órgãos reguladores em caso de extravio de mercadorias, roubos, ou outros eventos (BOCEK et al., 2017; CARO et al., 2018).

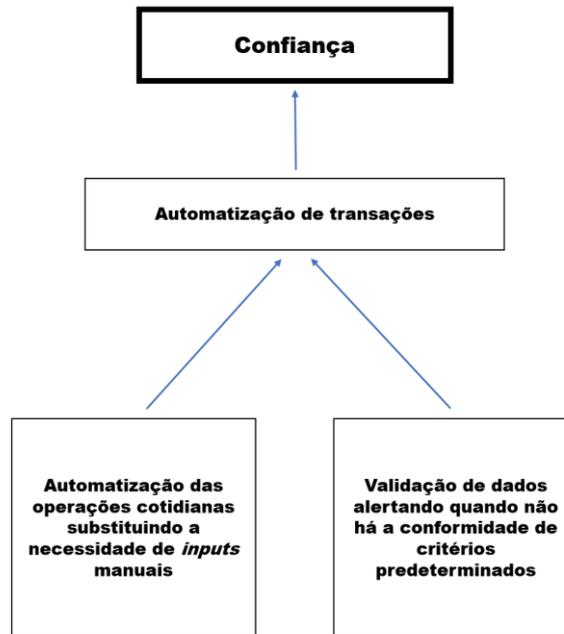
Por fim, as empresas que estão utilizando a tecnologia *blockchain* em cadeia de suprimentos confirmam que estão com a proposta de aplicar ou já estão aplicando os contratos inteligentes.

Além disso, estão direcionando a sua utilização bem no sentido comentado anteriormente. Conforme A03, os contratos inteligentes estão sendo utilizados para validar se os dados inseridos atendem aos critérios estabelecidos e, caso a informação do produto rastreado não esteja em conformidade, alertas são gerados automaticamente.

No sentido da automatização de pagamentos baseado na qualidade dos produtos, “você tem a aceitação, de acordo com condições preestabelecidas” (A01) do produto entre as partes e, dependendo da qualidade do produto entregue, “o *smart contract* [contrato inteligente] já muda automaticamente a tua licitação” (A01). Esse processo é muito parecido com o comentado por B02.

Portanto, pode-se observar na Figura 26 que os contratos inteligentes estão sendo utilizados, principalmente de duas maneiras: na automatização de pagamentos e na validação da informação dos produtos.

Figura 26 - Resultado da avaliação da subcategoria 'automatização de transações'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Vyas, Beije, Krishnamachari (2019), a automatização de pagamentos e a validação dos produtos, via contratos inteligentes, agem sobretudo nos processos de Abastecimento (*Source*) e Distribuição (*Deliver*) das cadeias de suprimentos.

No entanto, conforme o entrevistado B01, a utilização dos contratos inteligentes ainda pode estar muito imaturo, os gestores estão “automatizando um processo que já existe, não tá sendo criado nada novo, entendeu?” (B01). Isso dá margem para muitas transformações via contratos inteligentes em processos das cadeias de suprimentos no Brasil para os próximos anos.

4.1.5 Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade

Fraudes e desvios são responsáveis por prejuízos bilionários em cadeias de suprimentos alimentares (TIAN, 2017; TSE et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMALGANDARA, 2018), farmacêuticas (BOCEK et al., 2017; MACKEY; NAYYAR, 2017; BOULOS; WILSON; CLAUSON, 2018; SYLIM et al., 2018), de itens de luxo (SABERI et al., 2019), marítimas (KSHETRI, 2018), entre outras.

Conforme o entrevistado A01, nas cadeias de suprimentos, “a fraude acontece por quê? Porque ninguém é responsabilizado quando ela acontece, entendeu?” (A01).

A impossibilidade de modificação do livro razão inerente do *blockchain* dificulta o processo de fraude ao preservar o registro das transações entre os pares, garantindo a culpabilidade e o não-repúdio (GAUR et al., 2018).

Por isso o *blockchain* tem se tornado uma ferramenta importante para setores em que frequentemente ocorrem falsificações, como: alimentos, remédios, vinhos finos e modas de luxo (KSHETRI, 2018).

Quando questionados sobre a importância, tanto as empresas que estão operando a tecnologia *blockchain* nas cadeias de suprimentos, como os centros de pesquisa e, também, as provedoras dos *frameworks*, apontaram para a importância dessa tecnologia na criação de trilhas de auditorias.

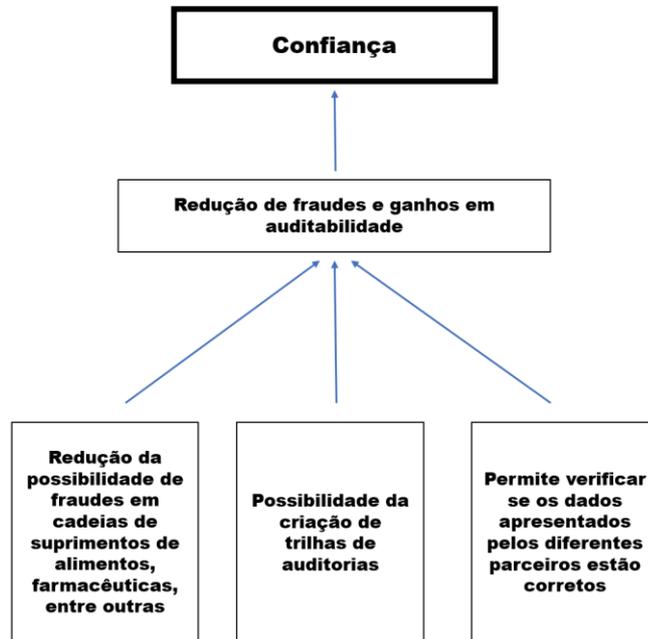
Apresentaram a possibilidade, por exemplo, de um supermercadista avaliar múltiplos fornecedores diferentes e todos eles registrarem o dado com o mesmo padrão facilitando a auditoria se eles efetivamente passaram a informação correta (A03).

Isso está de acordo com o que Vyas, Beije, Krishnamachari (2019) apontam em como as trilhas de auditoria têm importância no processo de Abastecimento (*Source*) ao auxiliar na identificação ou na qualificação de fornecedores.

B02 também comentou sobre a importância das trilhas de auditoria proporcionadas pela tecnologia *blockchain* para combater a falsificação e “gerar ganhos” em confiança entre os atores das cadeias de suprimentos de alimentos, farmacêuticas, entre outras.

Na Figura 27 encontra-se a representação das informações reunidas sobre essa subcategoria.

Figura 27 - Resultado da avaliação da subcategoria 'redução de fraudes e ganhos em auditabilidade'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os benefícios identificados estão em concordância com os dos casos como o da Everledger e do MediLedger, exemplos comentados na seção 2.4.2.3. do referencial teórico. Essas empresas fazem uso da tecnologia *blockchain* visando criar trilhas de auditorias que possibilitem a autenticação de seus produtos e assim dificultar a possibilidade de fraudes em suas cadeias de suprimentos.

Por fim, B02 comentou que a possibilidade de se realizar trilhas de auditoria está entre as três principais demandas de quem tem procurado a utilização da tecnologia *blockchain*, ao lado de rastreabilidade e da viabilidade de emissão de certificados.

4.1.6 Resultados para a categoria confiança

Os resultados foram organizados por meio da técnica de adequação ao padrão proposta por Ghauri (2004) e Yin (2015). Nesse sentido, as subcategorias foram separadas em três grupos: concordantes, discordantes e pouco concordantes.

Nas subcategorias concordantes estão aquelas em que o que foi interpretado das entrevistas está de acordo com o extraído do referencial teórico. Nas

subcategorias discordantes, o que foi encontrado é diferente ou contrário e nas subcategorias pouco concordantes, apesar de algumas afirmações dos entrevistados seguirem no sentido do que foi extraído do referencial teórico, ocorreram ressalvas sobre determinada propriedade.

Vale ressaltar que essa classificação foi baseada numa interpretação subjetiva do conjunto de entrevistas para cada subcategoria analisada. O Quadro 17 foi elaborado para ilustrar o comparativo entre os padrões encontrados na teoria e os achados nessa pesquisa para a categoria confiança.

Quadro 17 - Comparativo entre a teoria e as informações coletadas para a categoria: confiança

Características	Referências	Comparação
Otimização da visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores	LACITY, 2018; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; CHOI et al., 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019.	Concordância
Ganhos de coordenação	HALD; KINRA, 2019; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019	Discordância
Eliminação de intermediários	KSHETRI, 2018; LACITY, 2018; MIN; ZACHARIA; SMITH, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019.	Pouca concordância
Automatização de transações	PLANT, 2017; WANG et al., 2017; ARCOS, 2018; DUTRA; TUMASJAN; WELPE, 2018; FELIN; LAKHANI, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; KAMBLE; GUNASEKARAN; ARHA, 2019.	Concordância
Redução de fraudes e ganhos em auditabilidade	HOLLAND; NIGISCHER; STJEPANDIC, 2017; NOTHEISEN; CHOLEWA; SHANMUGAM, 2017; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019.	Concordância

Fonte: Elaborado pelo autor.

A subcategoria 'otimização da visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias, de produtos aos consumidores' apresentou bastante concordância com o que foi encontrado na literatura.

De acordo com os entrevistados, a tecnologia *blockchain* tem potencializado, de fato, a visibilidade das informações resultando em benefícios nas suas operações de suas cadeias de suprimentos.

Quanto aos 'ganhos de coordenação', não houve convergência da teoria com as informações coletadas. Se supõe que a dificuldade de coordenação esteja relacionada com a fase ainda incipiente da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil.

Sobre a 'eliminação de intermediários', existiu pouca concordância, pois percebeu-se que embora seja possível, não tem sido a prioridade dos adotantes da tecnologia *blockchain* no país.

Outra subcategoria que apresentou concordância foi a de 'automatização das transações'. De acordo com os entrevistados, está sendo possível a automatização de pagamentos e a validação das informações dos produtos via contratos inteligentes.

No que tange à 'redução de fraudes e ganhos em auditabilidade', também houve concordância com os trabalhos na literatura porque os três grupos de empresas concordaram sobre a importância da criação de trilhas de auditorias proporcionada pela tecnologia *blockchain* para a redução de fraudes ao longo das cadeias de suprimentos.

Dessa forma pode-se perceber que das cinco subcategorias pesquisadas referentes à confiança, três apresentaram convergência com a literatura, uma pouca concordância e uma foi discordante.

Sobre as duas subcategorias que não apresentaram total convergência, pode-se supor que o motivo seja a imaturidade da tecnologia que ainda não se encontra em uma fase que possibilite alcançar esses benefícios.

Mais comentários sobre os desafios relacionados à imaturidade do emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos se encontram a partir do capítulo 4.3.

4.2 RASTREABILIDADE

A possibilidade de se manter um registro do histórico dos ativos de forma imutável, assim como a distribuição desse registro, tem feito com que a tecnologia *blockchain* venha sendo implementada em cadeias de suprimentos (CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; KSHETRI, 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019).

Segundo C01, a vantagem do *blockchain* frente aos sistemas convencionais de rastreabilidade é que “ninguém vai poder adulterar, por exemplo, um documento que é emitido e imediatamente adicionado à *blockchain*” (C01) e que “pode até mudar se toda a rede concordar, mas mesmo assim a informação vai ficar lá. Que ele foi mudado de “x” para “y” e quem foi que mudou” (C01).

Esse registro de todas as transações garante a auditabilidade, com seus impactos em confiança comentados no tópico anterior, e permite também, que os participantes da rede possam conferir informações sobre os produtos em tempo real otimizando a rastreabilidade (GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018).

Levando-se em consideração esses fatores, essa seção avaliou a tecnologia *blockchain* na perspectiva de uma ferramenta para a rastreabilidade. Sendo assim, as subcategorias, (1) Permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos e (2) Consenso permitindo a certificação, foram avaliadas a seguir.

4.2.1 Permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos

Segundo Galvez; Mejuto; Simal-Gandara (2018), a reunião de informações compartilhadas de vários participantes ao longo da cadeia é o que torna os sistemas de *blockchain* mais transparentes e rastreáveis.

De acordo com A01, A03 e C01, os dados de suas operações nas cadeias de suprimentos vêm sendo recolhidos de cada etapa e, posteriormente, são inseridos no livro razão imutável. Então, para o caso da rastreabilidade de uma cadeia agroalimentar, passa-se a saber, por exemplo, todo o histórico relativo a um determinado lote de animais, como o dia que ele saiu da granja, qual veterinário o

inspecionou, data de chegada ao frigorífico, data de saída, para qual loja foi direcionado, entre outras informações (A03).

Conforme B01, a utilização do *blockchain* tem resultado em vantagens frente aos sistemas convencionais, em que, geralmente, só se tem informações do próximo nó, e muitas vezes essas informações são incompletas e não confiáveis.

Os comentários apresentados estão em situação muito parecida, por exemplo, com o caso do Walmart, que demonstrou a importância da informação mais transparente e rastreável com a utilização do *blockchain*. A rede varejista ao adotar a tecnologia em suas cadeias de suprimentos, passou a registrar informações úteis, como, fazenda, lote, temperatura, validade, entre outras. Com isso, a rastreabilidade para identificar a fonte de uma contaminação de carnes de porco que duravam dias, passou a durar minutos (KSHETRI, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019).

Importante frisar que todas as empresas contactadas que estão operando a tecnologia *blockchain* em suas cadeias de suprimentos utilizam ou estão procurando utilizar algum tipo de sensor *IoT* para a coleta de informações sobre o produto ao longo da cadeia.

Por exemplo, durante o transporte em cadeias frias, vários sensores de *IoT* podem coletar informações sobre a temperatura do produto, localização do caminhão, se a carroceria foi aberta, entre outros (A01).

Isso é convergente com a sinergia entre a tecnologia *blockchain* e sensores *IoT* apresentada nos trabalhos de Chen et al. (2017); Kshetri (2017); Tian (2016); Tian (2017); Galvez; Mejuto; Simal-Gandara (2018), Caro et al. (2018); Kshetri (2018); Chang; Iakovou; Shi (2019); Hughes et al. (2019).

Outro ponto estudado foi sobre a importância do acompanhamento do histórico dos ativos com uso da tecnologia *blockchain* e sua importância na identificação de riscos nas cadeias de suprimentos.

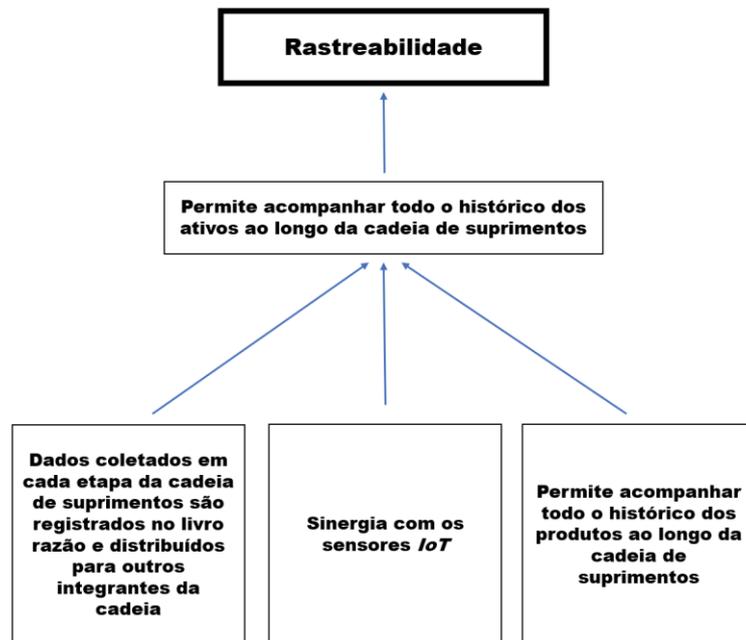
Nesse sentido, A01 comentou que “antes você não tinha informação precisa sobre nada, era tudo estimado, agora não! Agora você sabe onde na cadeia que está acontecendo o problema, e o que tá acontecendo”.

Segundo Vyas, Beije, Krishnamachari (2019), a possibilidade de se rastrear essas informações com *blockchain*, em sinergia com o *IoT*, pode trazer benefícios para a gestão de riscos, assim como nos processos de Abastecimento (*Source*), Distribuição (*Deliver*), Devolução (*Return*) e Facilitar (*Enable*) do modelo SCOR.

Por exemplo, A03 comentou que estão utilizando a tecnologia *blockchain* para auxiliar seu cliente a monitorar seus fornecedores, otimizar seus processos internos e nas operações de retorno de mercadorias.

Considerando os comentários sobre a presente subcategoria a Figura 28 abaixo foi construída.

Figura 28 - Resultado da avaliação da subcategoria 'permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, quando indagados sobre o quanto de desempenho a adoção da tecnologia *blockchain* vem trazendo frente a utilização de tecnologias convencionais para a rastreabilidade. Os entrevistados informaram que estão tendo benefícios de eficiência operacional e na agilidade de integração dos dados (A03, C02, C03).

Além de que se hoje uma empresa for adotar uma solução para a rastreabilidade em suas cadeias de suprimentos ela deve procurar adotar o *blockchain* porque existe a possibilidade de eliminar intermediários e automatizar processos com os contratos inteligentes, o que resultam na minimização dos custos operacionais (B02).

No entanto, também foi percebido que, como a adoção da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos ainda é um fenômeno muito recente e não há

comparativos diretos entre o sistema convencional frente ao sistema *blockchain*, os gestores ainda têm tido dificuldade de informar o quanto de ganho foi proporcionado frente a uma solução tradicional.

4.2.2 Consenso permitindo a certificação

Conforme foi mencionado por B02 na seção 4.1.5, a possibilidade de emissão de certificados está entre as três qualidades principais procuradas por gestores que pretendem adotar a tecnologia *blockchain* no Brasil.

A condição de se ter um consenso entre os participantes sobre as informações e os contratos inteligentes na validação dos dados inseridos atuam garantindo a autenticidade da informação sobre os produtos (CARO et al., 2018; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

Com isso, passa a ser possível a emissão de certificados que possam atender à necessidade de compradores e consumidores que exigem conhecer a proveniência dos produtos (MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

B01 comentou que quando você aplica a tecnologia *blockchain* aos “produtos que dependem de algum tipo de garantia então você tem certificação de origem, orgânica, sustentável, sanitária, este tipo de coisa. É espetacular!”

E isso se repete, conforme afirmou B01, para outros produtos “de alto valor agregado, né? Você tem semiduráveis de alto valor agregado. Você ter marcas e, principalmente de moda, né? Que é muito falsificado, você pode garantir que aquela peça tem procedência” (B01).

Na literatura, tem-se, por exemplo, a utilização da tecnologia *blockchain* para a emissão de certificados de origem para as cadeias de suprimentos de diamantes. O objetivo é o de criar certificados digitais que acompanham o produto através do consenso entre os participantes e, automaticamente, com o uso dos contratos inteligentes, esses certificados “trocam de mão” assim que o produto é adquirido. Dessa forma, pode-se comprovar de forma confiável a proveniência do diamante (WÜST; GERVAIS, 2018; KSHETRI, 2018; CHANG; IAKOVOU; SHI, 2019; CHOI, 2019; HUGHES et al., 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019).

No Brasil, existe o interesse de empresas de extração de madeiras em adotar a tecnologia *blockchain* para a emissão de certificados, assim como empresas da cadeia produtiva do café. A03 apresentou casos nacionais onde a emissão de

certificados via tecnologia *blockchain* estão sendo realizadas para as cadeias de soja e pecuária brasileiras.

Isso está sendo possível com a coleta das condições nas fazendas, com o auxílio dos sensores *IoT*. Após o processamento e organização dessas informações, elas estão sendo inseridas no *blockchain* (B02). Então essas informações são geridas e validadas por empresas privadas, governo e terceiro setor durante todo o deslocamento do produto na cadeia de suprimentos (A03).

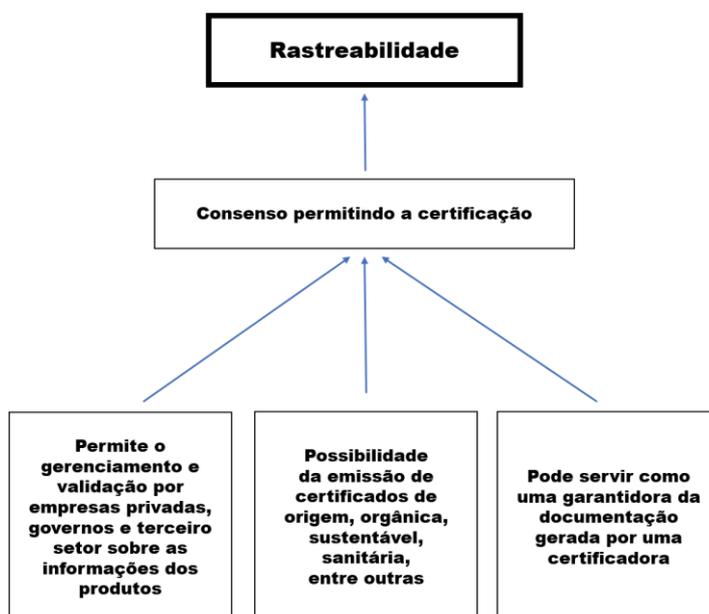
Portanto, a certificação seria resultante do acompanhamento dessas informações referentes ao produto por essas empresas e entidades públicas, que passam a fazer parte da cadeia e conseguem atestar a conformidade do produto.

Por fim, C02 apresentou um outro ponto de vista, no qual a tecnologia *blockchain* vem servindo como um garantidor da documentação de uma entidade que avalia e gera a certificação.

Ou seja, a certificadora avalia o produto, atestando a sua qualidade, e as propriedades inerentes da tecnologia *blockchain* permitem o acompanhamento desse produto até o consumidor final e assegura que aquele lote foi certificado.

Na Figura 29, encontra-se o esquema das informações reunidas sobre essa subcategoria.

Figura 29 - Resultado da avaliação da subcategoria 'consenso permitindo a certificação'.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A possibilidade da tecnologia *blockchain* em permitir que empresas e governos façam parte como nós do sistema, tornam a informação menos monopolista, assimétrica e opaca que em sistemas convencionais. Além de que, por esse processo de certificação ser menos centralizado, dificultaria a possibilidade de fraudes (TIAN, 2016).

No entanto, B01 divergiu sobre a necessidade das instituições públicas, já que existe a viabilidade de que a certificação seja realizada apenas com a participação de empresas privadas e ONGs. E concordou que por esse processo de certificação ser menos centralizado, reduz a possibilidade de fraudes.

4.2.3 Resultados para a categoria rastreabilidade

Concluindo a análise das duas subcategorias referentes a rastreabilidade, atributo impactado pelo emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, achou-se pertinente construir o Quadro 18 onde se apresenta o direcionamento entre o que foi denotado pela teoria e o resgatado das entrevistas.

Quadro 18 - Comparativo entre a teoria e as informações coletadas para a categoria: rastreabilidade

Características	Referências	Comparação
Permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos	BOCEK et al., 2017; CHEN et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; MACKKEY; NAYYAR, 2017; ABELSETH, 2018; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; KSHETRI, 2018; SANDER; SEMEIJN; MAHR, 2018; SYLIM et al., 2018; TSE et al., 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; CHEN; LU, 2019; CHOI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; SABERI et al., 2019.	Concordância
Consenso permitindo a certificação de produtos	BOCEK et al., 2017; LU; XU, 2017; TIAN, 2017; CARO et al., 2018; CASADO-VARA et al., 2018; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; SYLIM et al., 2018; CASINO; DASAKLIS; PATSAKIS, 2019; CHANG; CHEN; LU, 2019; CHOI, 2019; MONTECCHI; PLANGGER; ETTER, 2019; SABERI et al., 2019.	Concordância

Fonte: Elaborado pelo autor.

O que se pôde constatar na pesquisa após o contato com os gestores no que se refere à subcategoria - Permite acompanhar todo o histórico dos ativos ao longo da cadeia de suprimentos - foi a concordância entre alguns pontos.

Por exemplo, os comentários dos gestores e pesquisadores entrevistados sobre a possibilidade da reunião dos registros das operações em cada etapa por onde os produtos têm passado e torná-los distribuídos ao longo da cadeia de suprimentos.

Estão no mesmo sentido do referencial (ver 2.4 e 2.4.2) onde o livro razão distribuído foi apresentado como um dos atributos proporcionados pela tecnologia *blockchain* que a tornam adequada a ser empregadas por cadeias de suprimentos farmacêuticas, alimentares, de artigos de luxo, entre outras, por otimizar o reconhecimento da proveniência dos produtos, minimizando a possibilidade de fraudes e desvios.

Outro ponto concordante, foi o interesse em se adotar, ou de já estarem empregando os sensores *IoT* e procurando espalhá-los ao longo da cadeia de suprimentos, de modo a coletar e registrar os dados relativos aos produtos de forma mais automática e confiável. Otimizando a identificação de risco e minimização de erros humanos.

Quanto à subcategoria - Consenso permitindo a certificação de produtos - convergem com a literatura o apontamento de que cadeias nacionais que estão tendo benefícios com o uso da tecnologia *blockchain* para a certificação de seus produtos, além dos comentários sobre a possibilidade de governos e ONGs fazerem parte da rede e puderem atestar a validade das informações promovendo a certificação.

Entretanto, essa pesquisa não se concentrou apenas nos benefícios em confiança e rastreabilidade, mas procurou também conhecer os desafios da utilização dessa tecnologia que ainda se encontra em fases iniciais de desenvolvimento. Portanto, esse será o assunto do capítulo a seguir.

4.3 DESAFIOS

Apesar do potencial inovativo da tecnologia *blockchain* (IANSITI; LAKHANI, 2017; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019), desafios para a sua adoção e utilização são apontados na literatura (TIAN, 2016; LU; XU, 2017; PERBOLI; MUSSO; ROSANO, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019; MIN, 2019; SABERI et al., 2019).

Muito dos desafios advêm da imaturidade da tecnologia *blockchain* frente às tecnologias convencionais (TIAN, 2016; GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019). O baixo número de casos de adoção em cadeias de suprimentos e a ausência de indicadores que permitam a avaliação do emprego da tecnologia dificultam o estabelecimento de padrões para implementação, assim como reduz as evidências de que a tecnologia funciona (GALVEZ; MEJUTO; SIMAL-GANDARA, 2018; COLE; STEVENSON; AITKEN, 2019).

Importante destacar o comentário do pesquisador B02, de que no Brasil, de 2016 a 2019 o que se tinha eram apenas provas de conceito e MVP (produto mínimo viável em inglês). Somente a partir de 2019 que a tecnologia *blockchain* passou a ser utilizada para adoção comercial em cadeias de suprimentos nacionais.

Assim, nessa seção buscou-se reunir os principais desafios nacionais para a adoção e utilização da tecnologia *blockchain* comentados pelos gestores e pesquisadores contactados. Esses desafios aqui separados foram inspirados pelas barreiras utilizadas por Saberi et al. (2019).

As barreiras desenvolvidas por Saberi et al. (2019) dividem-se em quatro categorias, que são: (1) barreiras intraorganizacionais; (2) barreiras interorganizacionais; (3) barreiras relacionadas ao sistema e (4) barreiras externas.

Logo, o que se tem reunido é a percepção dos desafios, de forma organizada, referentes a um momento inicial do emprego da tecnologia *blockchain* no Brasil.

Com isso, espera-se que as informações presentes sirvam de alicerce para auxiliar no planejamento e avaliação de gestores que venham a se interessar a utilizar essa nova tecnologia, na identificação de desafios similares dos já usuários da tecnologia *blockchain*, assim como para realização de novos estudos por pesquisadores.

4.3.1 Barreiras intraorganizacionais

As barreiras intraorganizacionais se referem aos desafios provenientes das atividades limitadas ao interior de uma organização (SABERI et al., 2019).

No caso das empresas que estão operando a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, o que se pode perceber na pesquisa foi que a maior parte dos desafios intraorganizacionais são sobre questões relacionadas à ausência de conhecimento e experiência da tecnologia *blockchain*.

Isso é acentuado, pois conforme o gestor A03, ainda há dificuldade de se encontrar casos que sigam de referência para o emprego em larga escala. Galvez, Mejuto e Simal-Gandara (2018) comentam que, além da ausência de casos de emprego em cadeias de suprimentos, inexistem um modelo universal de avaliação, que permitiria que esses gestores compreendessem melhor a sua utilização.

Então, duas soluções para enfrentar esse desafio foram comentadas. A primeira foi apresentada por A02, que contratou um profissional especializado em *blockchain*, mas que não participava totalmente da empresa, que funcionava “como se fosse um conselheiro” (A02).

No entanto, essa empresa estava com o emprego da tecnologia *blockchain*, até o momento do contato, em suspenso devido aos desafios de se realizar a rastreabilidade dos diferentes produtos na cadeia de suprimentos.

A outra solução foi apresentada por A03, que foi a estreita relação entre a empresa com os centros de pesquisa em *blockchain*, desde a elaboração da Prova de Conceito para a validação do negócio, até a construção dos contratos inteligentes, principalmente porque ainda tem pouca mão de obra especializada para trabalhar na codificação dos contratos inteligentes (A03).

Outro desafio intraorganizacional foi apresentado por A01 é a dificuldade em produzir em escala os sensores *IoT* que permitem extrair os dados do produto ao longo do transporte. A produção em escala possibilitaria a redução dos custos dos sensores e, conseqüentemente, facilitaria a implementação por um maior número de clientes.

Esse estudo também procurou entender o ponto de vista dos centros de pesquisa. Procurou entender quais os principais desafios intraorganizacionais que esses centros têm identificado nas empresas que utilizam a tecnologia *blockchain* em suas cadeias de suprimentos.

De acordo com os pesquisadores B01 e B02, o desconhecimento dos gestores sobre como funciona a tecnologia *blockchain* e os potenciais de sua utilização tem sido o principal desafio observado.

De acordo com B02, muitos gestores que demonstram interesse em adotar a tecnologia não têm a menor ideia de como os modelos de negócio com a tecnologia *blockchain* funcionam, então, torna-se necessário um trabalho de educação sobre a tecnologia *blockchain*.

Sobre isso, B02 comenta que busca mapear o negócio procurando saber se existe relação de desconfiança entre os participantes da cadeia de suprimentos, se há a necessidade de se criar trilhas de auditoria imutáveis, entre outras, e com isso, avaliar se o negócio deve ou não empregar a tecnologia *blockchain*. E, após a avaliação, o que se constata é que, em alguns casos, não existe a necessidade do uso da tecnologia *blockchain*.

E isso se repete quando o assunto é a aplicação da tecnologia *blockchain* para o desenvolvimento de novos modelos de negócios. Segundo B01, profissionais que estudam sobre o *blockchain* não tem conseguido elaborar bons modelos, muito por não entenderem as particularidades de um modelo de negócios com o uso da tecnologia *blockchain* frente a uma tecnologia convencional. Muitas vezes, comenta B01, não conseguem assimilar a “diferença entre distribuído e descentralizado!”.

Por fim, os provedores do *framework* do *blockchain* também ressaltam o desconhecimento dos gestores, apesar de C02 apontar que tem existido uma evolução no sentido da compreensão da tecnologia, sobre como ela funciona, para o que ela serve. No entanto, algo que ainda é incipiente.

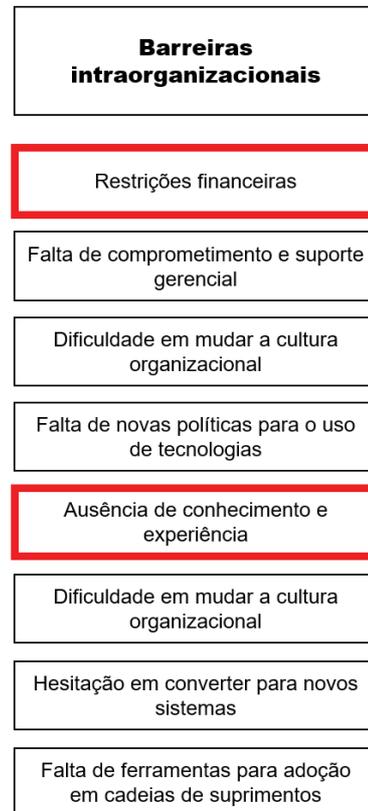
Foi comentado, também, a já mencionada carência de casos de uso da tecnologia *blockchain*.

Dessa forma, há um grande desafio em fazer os gestores enxergarem como a tecnologia funciona e entenderem como a sua utilização vai agregar valor ao negócio (C03). De acordo com C03, porque “como tem muito pouco caso, os caras falam ‘ah, mas onde teve sucesso?’ ou ‘qual que é o *ROI* [retorno sobre o investimento, em inglês] disso?’” (C03).

Então existe a necessidade de passá-los por uma educação executiva apontando os benefícios, apresentando o mercado para esses gestores e demonstrando como a tecnologia *blockchain* se adequa aos seus modelos de negócios (C03).

Desse modo, percebeu-se que dentro da subcategoria de desafios intraorganizacionais conforme a Figura 30, dois desafios: 1) o desafio de se angariar recursos para a produção em escala dos sensores *IoT*, e principalmente, 2) o desconhecimento da tecnologia *blockchain* pelos gestores.

Figura 30 - Desafios intraorganizacionais identificados nessa pesquisa



Fonte: Adaptado de Saberi et al. (2019, p. 2124, tradução nossa).

Sendo assim, a falta de casos de uso em cadeias de suprimentos, a carência de literatura específica, assim como a escassez de profissionais qualificados que dominem a tecnologia *blockchain* foi o principal desafio intraorganizational identificado.

Pode-se perceber, também, que os centros de pesquisas e provedores dos *frameworks* da tecnologia *blockchain* têm realizado, além do trabalho de educação, a cooperação no desenvolvimento de modelos de negócio, bem como, na resolução de dificuldades técnicas, como, a configuração dos contratos inteligentes.

Portanto, existe um indicativo da importância do estreitamento da relação dos negócios que pretendem fazer ou fazem a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos com os centros de pesquisas e provedores da tecnologia *blockchain* como meio de aprimorar o potencial da tecnologia e no desenvolvimento de novos negócios.

4.3.2 Barreiras interorganizacionais

Procurando entender as barreiras existentes além das fronteiras de cada empresa. Essa pesquisa também procurou avaliar quais estão sendo os desafios interorganizacionais.

Um desafio interorganizacional mencionado está relacionado com a dificuldade de adoção pela tecnologia *blockchain* por pequenos negócios, principalmente por questões de ausência de infraestrutura de TI (A02, C01).

Como exemplo temos as pequenas empresas familiares do setor de agronegócios que se situam afastados dos grandes centros urbanos nacionais e que apresentam pouco acesso à internet têm dificultado o emprego dessa tecnologia (C01). Nesse caso, torna-se um desafio a extensão dessa tecnologia voltada pra indústria 4.0 e que apresenta sinergia com sensores *IoT*, ser incorporada em toda a cadeia de suprimentos.

No entanto, o desafio interorganizacional comentado de maior relevância foi sobre questões relativas à governança dos modelos de negócio que fazem uso da tecnologia *blockchain*.

De acordo com Hileman e Rauchs (2017), os papéis dos atores em um ecossistema que faz uso da tecnologia *blockchain* já estão definidos (ver 3.3.4.2.1), no entanto, ainda se encontra indefinido como os modelos de negócios devem se estruturar.

Conforme previamente mencionado, o que se tem ainda são soluções inspiradas em *blockchain* em que ainda não se tem uma governança completamente descentralizada (FURLONGER; UZUREAU, 2019), muito por questões regulatórias, mas também, por interesse dos próprios gestores (HILEMAN; RAUCHS, 2017; GAUR et al., 2018; FURLONGER; UZUREAU, 2019).

Portanto, torna-se necessário o estabelecimento de padrões que devem ser acordados entre os diferentes participantes da rede (LACITY, 2018). Então, caso uma solução em *blockchain* faça sentido para o negócio, entram questionamentos no que concerne a, por exemplo: quais empresas vão fazer parte da rede? Quais informações serão compartilhadas? Quais vão ser as regras de negócio? (B02).

A solução a essas questões representa ser um obstáculo relevante para os atores do ecossistema (B01, B02, C02, C03) visto que “um dos maiores desafios do *blockchain* é montar um modelo de governança!” (C02).

E os modelos de governança vão depender muito do caso, já que eles podem ser mais ou menos centralizados dependendo da área, indústria ou grau de maturidade do negócio (B02, C02, C03).

Grande parte das vezes, nessas redes de *blockchain* permissionados, torna-se necessário um coordenador da rede, assim como pode ter a presença de um regulador participando (C02).

Segundo C02, em negócios mais desenvolvidos costumam ser mais fácil estruturar esses modelos. Já em negócios menos desenvolvidos, muitas vezes, os gestores não compreendem os assuntos relacionados à governança (B02, C02).

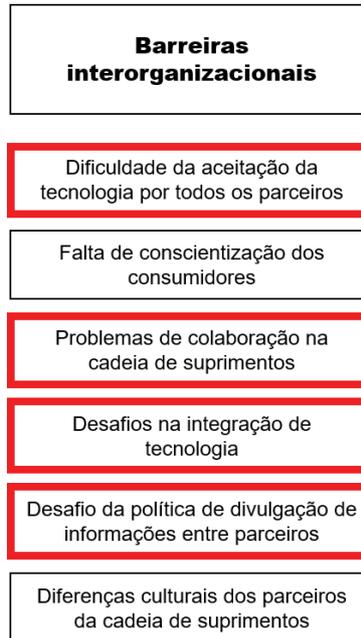
Então, o que acontece é que os menores acabam ignorando aspectos relacionados à governança. Enquanto que negócios com grande poder de mercado e que já têm um conhecimento sobre como funciona o *blockchain*, podem passar a exigir a adoção da tecnologia por seus outros parceiros (B02).

Também pode ocorrer a formação de consórcios de grandes empresas (B01, B02, C02), como o caso do TradeLens, parceria da IBM com a Maersk, que contam com a colaboração das maiores linhas de transporte de contêineres e que tem a participação de portos ao redor do mundo em seus serviços¹⁴.

Adiante, encontra-se destacado na Figura 31, os desafios interorganizacionais encontrados.

¹⁴ TRADELENS. Disponível em: <<https://www.tradelens.com/>>. 2020. Acesso em: 06 de janeiro de 2021.

Figura 31 - Desafios interorganizacionais identificados nessa pesquisa



Fonte: Adaptado de Saberi et al. (2019, p. 2124, tradução nossa).

Dessa forma, a dificuldade de aceitação da tecnologia *blockchain* por todos os parceiros foi reflexo da carência de infraestrutura de TI presente em pequenos negócios.

Os problemas de colaboração, desafios na integração de tecnologia e os desafios da política de divulgação de informações entre parceiros estão estreitamente relacionados aos desafios de governança.

A necessidade de se definir quais informações devem ser compartilhadas e para quem, já que muitas dessas informações podem ser sensíveis, tanto devido ao risco de expor segredos comerciais aos outros concorrentes participando de uma mesma rede, ou por questões legais.

Além da dificuldade de se estabelecer redes em que os participantes estejam de acordo, demonstrou-se ser o principal desafio no que tange à utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos do Brasil, segundo a percepção de grande parte dos entrevistados.

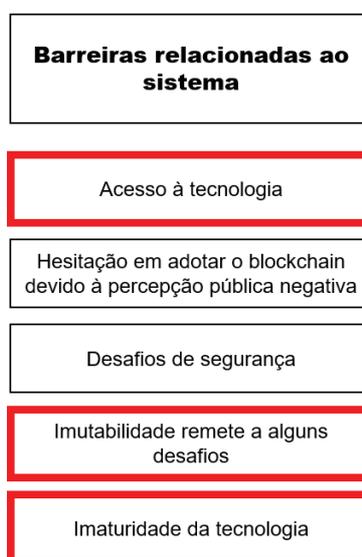
Então o desafio atual, para os modelos de negócios que fazem o emprego da tecnologia *blockchain* está em encontrar um meio termo entre a descentralização total e o *compliance* exigido para o negócio, seria algo como uma “descentralização de forma governada” (C03).

4.3.3 Barreiras relacionadas ao sistema

Barreiras relacionadas ao sistema são os desafios intrínsecos à tecnologia *blockchain*. Alguns desses desafios acabaram sendo comentados em outros tópicos, como a imaturidade da tecnologia resultando em um número reduzido de mão de obra com conhecimento para a elaboração dos contratos inteligentes (ver 4.3.1).

Assim como o caso de dificuldade de produzir em escala os sensores *IoT* (ver 4.3.1) e o acesso à tecnologia por pequenos negócios (ver 4.3.2). Esses desafios foram destacados na Figura 32.

Figura 32 - Desafios relacionados ao sistema identificados nessa pesquisa



Fonte: Adaptado de Saberi et al. (2019, p. 2124, tradução nossa).

No entanto, outras barreiras relacionadas à imaturidade da tecnologia estão presentes na literatura. Algumas são preocupações referentes à performance da tecnologia *blockchain* e a sua capacidade de escalabilidade (TIAN, 2016; HUGHES et al., 2019; MIN, 2019; WANG et al., 2019).

De acordo com Hileman e Rauchs (2017), a performance está relacionada ao número de transações por segundo (TPS) que pode ser realizada com a tecnologia *blockchain* e a escalabilidade pode ser definida como a capacidade de não perder a performance com o crescimento da rede.

Sobre a performance não foi percebida nenhuma insatisfação, mesmo porque, segundo C02, hoje existem:

dois mundos de *blockchain*. Os privados permissionados e os públicos. Nos permissionados você tem aí projetos com alto volume de transação, já chegando no mesmo nível do sistema tradicional (C02).

Por exemplo, existem testes com R3 Corda em conjunto com a Digital Asset, plataformas de *blockchain* permissionadas, em que foi possível processar o número necessário para todas as transações diárias do mercado de ações americano. Algo equivalente a 6300 TPS¹⁵.

Assim, como já se tem conseguido altos valores de TPS, segundo C02 e C03, não se tem tido problemas para escalar a rede.

Existe também o desafio da interoperabilidade (B02), que está relacionada com a necessidade de sistemas que apresentam protocolos diferentes conseguirem se comunicar (HILEMAN; RAUCHS, 2017).

No entanto, já se observa uma consolidação dos *frameworks* a serem utilizados (B02), tanto quanto, uma busca pela padronização por instituições como a ISO (Organização Internacional de Normalização)¹⁶, pela União Internacional de Telecomunicações¹⁷, e no país, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) visando uma solução para esse problema¹⁸.

Sobre a imutabilidade, ela tem a importância nos sistemas que utilizam a tecnologia *blockchain* frente aos sistemas convencionais de rastreabilidade porque:

ninguém vai poder adulterar, por exemplo, um documento que é emitido e imediatamente adicionado à *blockchain*. Essa é a proposta, você tendo uma conformidade, que alguma tá pronta aí você registra na *blockchain*, e dali ninguém muda mais, sem ser rastreável, pode até mudar se toda a rede concordar, mas mesmo assim a informação

¹⁵ DTCC. DTCC Announces Study Results Demonstrating that DLT Can Support Trading Volumes in the US Equity Markets. 2018. Disponível em: <<https://www.dtcc.com/news/2018/october/16/dtcc-unveils-groundbreaking-study-on-dlt>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

¹⁶ OCLARINO. BLOCKCHAIN'S TECHNOLOGY OF TRUST. ISO. 2020. Disponível em: <https://www.iso.org/news/isofocus_142-5.html>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

¹⁷ ITU NEWS. ITU issues guidance on the adoption of blockchain. 2019. Disponível em: <https://news.itu.int/itu-issues-guidance-blockchain-adoption/>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

¹⁸ ABNT. Blockchain em pauta na ABNT. 2019. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/6566-blockchain-em-pauta-na-abnt>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2021.

vai ficar lá. Que ele foi mudado de “x” para “y” e quem foi que mudou (C01).

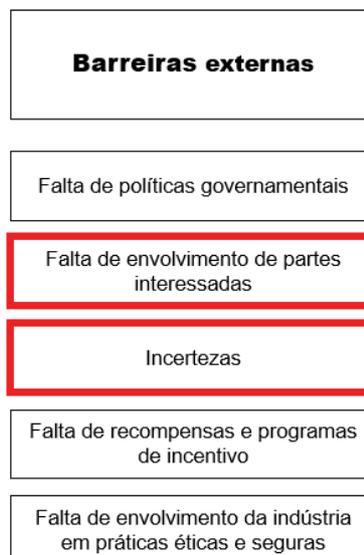
Entretanto, podem existir situações em que o dado inserido está incorreto (seja por erro humano, fraudes, defeitos de sensores ou outros motivos). Nesses casos, a tecnologia não vai avaliar se esse dado está correto ou não (HILEMAN; RAUCHS, 2017; WÜST; GERVAIS, 2018), não só isso, como esse dado será transmitido como “confiável”.

Então é importante ressaltar que a tecnologia *blockchain* “não resolve o mundo físico, ele resolve o mundo digital” (C03) e de como é importante assegurar a precisão de como esses dados entram na rede.

4.4.4 Barreiras externas

As barreiras externas referem-se aos desafios que não estão diretamente relacionados com a cadeia de suprimentos (SABERI et al., 2019). Nesse trabalho foram identificados dois desses desafios, conforme a Figura 33 a seguir:

Figura 33 - Desafios externos identificados nessa pesquisa



Fonte: Adaptado de Saberi et al. (2019, p. 2124, tradução nossa).

Na pesquisa, as incertezas identificadas foram reflexo da pandemia de Covid-19, o que, por sua vez, reduziu o envolvimento das partes interessadas em empregar a tecnologia *blockchain* em suas cadeias de suprimentos.

É importante, nesse ponto, abrir um breve parêntese para ressaltar a importância negativa da pandemia nos negócios em 2020. O vírus da Covid-19 foi identificado pela primeira vez na província de Wuhan, região central chinesa, em 31 de dezembro de 2019¹⁹. Espalhando-se rapidamente, chegou no Brasil em 26 de fevereiro de 2020, data de registro do primeiro caso confirmado²⁰.

Visando conter a pandemia, muitas medidas foram tomadas procurando reduzir o contato social chegando até mesmo ao *lockdown* (confinamento) em regiões de alguns países, como, China²¹, Itália²², Estados Unidos²³, e também, do Brasil²⁴.

As medidas restritivas arrefeceram as atividades econômicas brasileiras no período de 2020, de modo que a perspectiva de queda do PIB brasileiro em 2020 será algo em torno de 4%²⁵.

E foi justamente no contexto da pandemia que se deu o contato com os gestores e pesquisadores. Nas primeiras entrevistas realizadas em abril de 2020, nada foi comentado sobre os impactos da pandemia no emprego da tecnologia

¹⁹ WHO. Archived: WHO Timeline - COVID-19. 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/news/item/27-04-2020-who-timeline---covid-19>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

²⁰ OLIVEIRA, E.; ORTIZ, B. Ministério da Saúde confirma primeiro caso de coronavírus no Brasil. **G1**. 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/02/26/ministerio-da-saude-fala-sobre-caso-possivel-paciente-com-coronavirus.ghtml>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

²¹ LEUNG, H. China Puts 13 Cities on Lockdown as Coronavirus Death Toll Climbs. **Time**. 2020. Disponível em: <<https://time.com/5770801/china-wuhan-coronavirus-spread-world-health-organization/>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

²² PARODI, E.; AMANTE, A. As coronavirus slams Italy, paralysis and anxiety spread. **Reuters**. 2020. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-china-health-italy-paralysis-insight-idUSKCN20M2WB>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

²³ SECON, H. An interactive map of the US cities and states still under lockdown — and those that are reopening. **Business Insider**. 2020. Disponível em: <<https://www.businessinsider.com/us-map-stay-at-home-orders-lockdowns-2020-3>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

²⁴ OLIVEIRA, M.; MELLO, I. Saiba em que estados e cidades já foi decretado o lockdown no Brasil. **UOL**. 2020. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2020/05/09/saiba-onde-ja-foi-decretado-o-lockdown-no-brasil.htm>>. Acesso em: 18 de janeiro de 2021.

²⁵ MARTELLO, A. 'Prévia' do PIB do Banco Central indica que economia brasileira teve retração de 4,05% em 2020. **G1**. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/02/12/previa-do-pib-do-banco-central-indica-que-economia-brasileira-teve-retracao-de-405percent-em-2020.ghtml>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2021.

blockchain em cadeias de suprimentos. Possivelmente porque seus efeitos ainda não tinham sido constatados pelos gestores.

Porém, nas últimas entrevistas realizadas no início de julho de 2020, foi mencionado que havia uma desaceleração no interesse do emprego da tecnologia *blockchain* em cadeia de suprimentos (C02, C03). A procura pela tecnologia *blockchain* vinha em um momento bom (C03), mas que a pandemia impôs um desafio fazendo com “que todos os projetos mudarem de prioridade, né? Então as empresas acabaram tirando o foco em tecnologias mais novas por causa do momento” (C02).

No exterior existem projetos utilizando a tecnologia *blockchain* como resposta à pandemia, a exemplo do *Rapid Supplier Connect* da IBM, que procura auxiliar os governos e empresas de saúde ao agilizar o processo de aquisição de insumos (vestuário médico, máscaras, luvas, entre outros) para o combate a Covid-19 nos Estados Unidos e Canadá²⁶.

Apesar de instituições, como o Fórum Econômico Mundial (*World Economic Forum* em inglês) destacarem, entre as novas tecnologias, a importância da tecnologia *blockchain* de tornarem as cadeias de suprimentos mais resilientes aos desafios impostos pela pandemia²⁷. No entanto, no que tange ao Brasil, essa pesquisa não identificou nenhum projeto impulsionado pela pandemia voltado para as cadeias de suprimentos.

²⁶ KELLEY, J. IBM Rapid Supplier Connect: Getting COVID-19 responders the equipment they need. 2020. Disponível em: <<https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2020/04/ibm-rapid-supplier-connect-getting-covid-19-responders-the-equipment-they-need/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2021.

²⁷ HEDWALL, M. The ongoing impact of COVID-19 on global supply chains. 2020. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2020/06/ongoing-impact-covid-19-global-supply-chains/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2021.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Motivado pelos promissores avanços na utilização da tecnologia *blockchain* em cadeia de suprimentos, este estudo buscou identificar e avaliar como está sendo a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil.

Para essa tarefa, realizou-se uma pesquisa, de viés qualitativo e exploratório, de como essa tecnologia vem sendo empregada, através da reunião de artigos presentes na literatura utilizando-se a metodologia de investigação realizada por Casino, Dasaklis e Patsakis (2018).

Embasado pelas teorias reunidas foi possível separar duas possíveis vantagens relevantes ao se empregar a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos, que são: (1) a confiança e (2) a rastreabilidade, assim como os desafios na utilização da tecnologia *blockchain*.

Foi possível, também, agrupar em subcategorias os atributos que permitem a “geração de confiança” e a otimização da rastreabilidade.

Para realizar o comparativo com os padrões encontrados na teoria, conforme preconizado por Ghauri (2004) e Yin (2015), foi necessário coletar as informações a partir da percepção de gestores e pesquisadores de três grupos de empresas que fazem parte de um ecossistema que utilizam a tecnologia *blockchain*, a saber: (1) empresas de tecnologia provedoras dos *frameworks* do *blockchain*, (2) empresas que operam a tecnologia em cadeias de suprimentos, e, por fim, (3) centros de pesquisa voltados para o estudo da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

No que tange à confiança, as análises indicaram que a tecnologia *blockchain* empregada em cadeias de suprimentos no Brasil tem otimizado a visibilidade de informações de abastecimento, fornecimento, retorno de mercadorias e de produtos aos consumidores.

Além disso, tem possibilitado automatizar as transações, como, por exemplo, pagamentos e as validações das informações. Tem, ainda, possibilitado a criação de trilhas de auditorias dificultando a ocorrência de fraudes e desvios.

Entretanto, não se constatou outros benefícios apresentados na literatura, como os ganhos em coordenação das atividades e a eliminação de possíveis intermediários que atuam na verificação das transações em cadeias de suprimentos tradicionais. Se supõe que esses benefícios ainda não foram identificados devido a imaturidade em que o emprego da tecnologia se encontra em cadeias de suprimentos.

Sobre a otimização da rastreabilidade percebeu-se que o emprego da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos tem ampliado a distribuição da informação entre os participantes otimizando a precisão do rastreamento, bem como tem permitido a certificação dos produtos por possibilitar a participação de certificadoras, governos, ou empresas do terceiro setor, no acompanhamento e validação da informação compartilhada.

Esse trabalho também procurou avaliar os principais desafios na utilização da tecnologia *blockchain* por empresas nacionais. Esses desafios foram organizados em (1) barreiras intraorganizacionais; (2) barreiras interorganizacionais; (3) barreiras relacionadas ao sistema e (4) barreiras externas. Importante ressaltar que o emprego da tecnologia ainda se encontrava em fase inicial no momento da coleta dos dados.

Em relação às barreiras intraorganizacionais, foi comentado sobre a dificuldade em se encontrar profissionais qualificados que dominem os conhecimentos sobre a tecnologia *blockchain*, assim como o desafio de se produzir os sensores de *IoT* para a adoção em larga escala.

A dificuldade de se estender o emprego da tecnologia *blockchain* até as pequenas empresas de agricultura familiar, que carecem de infraestrutura de TI, foi um dos desafios interorganizacionais encontrados. No entanto, o obstáculo de maior destaque é o estabelecimento de modelos de governança.

Encontrar modelos adequados aos negócios que alie a descentralização preconizada pela tecnologia *blockchain* e o *compliance* exigido para os negócios demonstrou ser o principal desafio para viabilizar todo o potencial da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

Sobre os desafios relacionados ao sistema, não foi identificado insatisfações relacionadas a performance da tecnologia *blockchain* em suportar o número elevado de transações necessárias para os processos existentes nas cadeias de suprimentos.

Quanto à interoperabilidade entre diferentes sistemas há o indício de que esse é um desafio que está por ser superado devido ao interesse de agências, como a ISO e ABNT, com o propósito de estabelecer os padrões para contornar esse problema, além da consolidação dos principais *frameworks* utilizados.

Por fim, o desafio externo identificado foi uma resposta do momento em que seu deu essa pesquisa, as incertezas provocadas pela pandemia de Covid-19 refletiram na redução do interesse pela utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos.

Vale ressaltar que essa pesquisa foi de natureza qualitativa e exploratória e que esses resultados foram delimitados pelas percepções dos entrevistados.

No que concerne à coleta de dados, devido ao desafio de se encontrar empresas que estivessem dispostas a colaborar, seja pelo número limitado de empresas que fazem uso da tecnologia *blockchain* aplicada a cadeias de suprimentos no Brasil, assim como a fase em que se encontrava a pandemia de Covid-19, resultaram em um número reduzido de empresas consultadas, o que inviabiliza uma generalização sobre o que foi constatado nessa pesquisa.

Existiu também a limitação de que por existirem poucos casos de usos, e o tempo reduzido em que estão utilizando a tecnologia *blockchain*, os gestores tiveram dificuldade em informar o quanto de ganho estão tendo quando comparado a não utilização da tecnologia *blockchain*.

Para trabalhos futuros, sugere-se avaliar potenciais benefícios em custo, agilidade, segurança, ou outros benefícios proporcionados ao se utilizar a tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos. E, se possível, quantificar esses dados realizando um comparativo entre os ganhos com e sem o emprego da tecnologia *blockchain*.

Conforme mencionado, essa pesquisa se concentrou em três grupos de um ecossistema em que se faz o uso da tecnologia *blockchain*, portanto, é encorajado pesquisas, se possíveis, longitudinais, que avaliem outros participantes presentes nesse ecossistema, como os usuários localizados no início, ou mais para o final da cadeia de suprimentos.

Destaca-se, também, a importância de mais estudos concentrados em governança de redes *blockchain* empregadas em cadeias de suprimentos. Em solucionar o desafio de se aliar as propriedades de descentralização da tecnologia *blockchain* e o ambiente altamente regulamentado das empresas.

Espera-se que essa pesquisa tenha colaborado para elucidar os possíveis benefícios em confiança e rastreabilidade com a utilização da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos. E que incentive outros estudos por pesquisadores, ajude no planejamento de negócios que pretendem fazer uso da tecnologia *blockchain* em suas cadeias de suprimentos, bem como, alerte os gestores dos possíveis desafios de sua utilização.

REFERÊNCIAS

- ABELSETH, B. Blockchain Tracking and Cannabis Regulation: Developing a permissioned blockchain network to track Canada's cannabis supply chain. **Dalhousie Journal of Interdisciplinary Management**, v. 14, 2018.
- ANTONONOPOULOS, A. M. **Mastering Bitcoin: unlocking digital cryptocurrencies**. 2016. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc. 2014.
- APICS. SCOR Supply Chain Operations Reference Model: quick reference guide. 2017. Disponível em: < <http://www.apics.org/docs/default-source/scor-p-toolkits/apics-scc-scor-quick-reference-guide.pdf>> Acesso em: 04 de julho de 2019.
- ARCOS, L. C. The blockchain technology on the music industry. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 3, p. 439-443, 2018.
- ARSHINDER; KANDA, A.; DESHMUKH, S.G. Supply chain coordination: perspectives, empirical studies and research directions. **International journal of production Economics**, v. 115, n. 2, p. 316-335, 2008.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. Tradução: Raul Rubenich. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006a. 616 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788560031467>> Acesso em: 12 de julho de 2019.
- _____. The evolution and future of logistics and supply chain management. **Production**, v. 16, n. 3, p. 375-386, 2006b.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70. 2016. 279 p.
- BiTA. FedEx, UPS, DHL executives see eye-to-eye on blockchain. 2019. Disponível em: <<https://www.bitastudio.com/blockchain-news/2019/4/30/fedex-dhl-ups-execs-blockchain-revolution>>. Acesso em: 21 de setembro de 2020.
- BOCEK, T. et al. Blockchains everywhere-a use-case of blockchains in the pharma supply-chain. *In: IFIP/IEEE SYMPOSIUM ON INTEGRATED NETWORK AND SERVICE MANAGEMENT*, 15., 2017, Lisboa. IEEE, 2017. p. 772-777.
- BOULOS, M. N. K.; WILSON, J. T.; CLAUSON, K. A. Geospatial blockchain: promises, challenges, and scenarios in health and healthcare. **International Journal of Health Geographics**, v. 17, n. 25, p. 1-10, 2018.
- BOWERSOX, D.J. *et al.* **Gestão logística da cadeia de suprimentos**. Tradução: Luiz Claudio de Queiroz Faria. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. 472 p.
- CACHON, G. P.; FISHER, M. Supply chain inventory management and the value of shared information. **Management science**, v. 46, n. 8, p. 1032-1048, 2000.

CAPGEMINI. **Blockchain set to supercharge global supply chains by 2025: Worldwide analysis of leading organizations implementing blockchain demonstrates the technology's potential to transform supply chains across the globe.** 2018. p. 3. Disponível em: <<https://www.capgemini.com/gb-en/news/blockchain-set-to-supercharge-global-supply-chains-by-2025/>>. Acesso em: 21 de setembro de 2020.

CARBON TRUST. Carbon Footprints in the Supply Chain: the next step for business, **Carbon Trust**, Reino Unido, 2006. 20 p.

CARO, M. P. et al. Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. *In: IOT VERTICAL AND TOPICAL SUMMIT ON AGRICULTURE*, 2018, Toscana. IEEE, 2018. p. 1-4.

CARVALHO, M. P.; PINTO, F. S. S. A sinuca de bico da indústria de laticínios no Brasil. 2019. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/panorama-mercado/a-sinuca-de-bico-da-industria-de-laticinios-no-brasil-214465/>> Acesso em: 17 de novembro de 2019.

CASADO-VARA, R. et al. How blockchain improves the supply chain: Case study alimentary supply chain. **Procedia computer science**, v. 134, p. 393-398, 2018.

CASINO, F., DASAKLIS, T.K., PATSAKIS, C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. **Telematics and Informatics**, v. 36, p. 55-81, 2019.

CHANG, S. E.; CHEN, Y; LU, M. Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 144, p. 1-11, 2019.

CHANG, Y.; IAKOVOU, E.; SHI, W. Blockchain in Global Supply Chains and Cross Border Trade: A Critical Synthesis of the State-of-the-Art, Challenges and Opportunities. **International Journal of Production Research**, p. 1-18, 2019.

CHAVEZ-DREYFUSS, G. Companies in pharmaceutical supply chain develop system to track counterfeit drugs. **Reuters**. 2020. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-usa-healthcare-blockchain/companies-in-pharmaceutical-supply-chain-develop-system-to-track-counterfeit-drugs-idUSKBN20F29L>>. Acesso em: 21 de setembro de 2020.

CHEN, S. et al. A blockchain-based supply chain quality management framework. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON E-BUSINESS ENGINEERING (ICEBE)*, 14., Shangai, 2017. IEEE, 2017. p. 172-176.

CHOI, T.-M. Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 128, p. 17-29, 2019.

CHOI, T.-M. et al. The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the blockchain technology era. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 127, p. 178-191, 2019.

CHOPRA, S; MEINDL, P. **Gestão da Cadeia de Suprimentos - Estratégia, Planejamento e Operações**. Tradução: Sérgio Nascimento. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2016. 544 p.

COLE, R.; STEVENSON, M.; AITKEN, J. Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 24, n. 4, p. 469-483, 2019.

CRESWELL, J. W. **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 2 ed. California: Sage publications, 2003.

CSCMP. **Supply chain management terms and glossary**. 2013. 222 p. Disponível em:
<https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921> Acesso em: 09 de junho de 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.

DUTRA, A.; TUMASJAN, A.; WELPE, I.M. Blockchain is changing how media and entertainment companies compete. **MIT Sloan Management Review**, v. 60, n. 1, p. 39-45, 2018.

ECKERMAN, I. **The Bhopal saga: causes and consequences of the world's largest industrial disaster**. India: Universities press, 2005. 265 p.

EISENHARDT, K. M. Agency and institutional theory explanations: the case of retail sales compensation. **The Academy of Management Journal**, v. 31, n. 3, p. 488-511. 1988.

FELIN, T.; LAKHANI, K. What Problems Will You Solve With Blockchain? **MIT Sloan Management Review**, v. 60, n. 1, p. 32-38, 2018.

FIAIDHI, J.; MOHAMMED, S.; MOHAMMED, S. EDI with Blockchain as an Enabler for Extreme Automation. **IT Professional**, v. 20, n. 4, p. 66-72, 2018.

FIKSEL, J. et al. From risk to resilience: Learning to deal with disruption. **MIT Sloan Management Review**, v. 56, p. 79-86, 2015.

FURLONGER, D.; UZUREAU, C. **The real business of blockchain: how leaders can create value in a new digital age**. Massachusetts: Harvard Business Review Press, 2019. 292 p.

GALVEZ, J. F.; MEJUTO, J. C.; SIMAL-GANDARA, J. Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 107, p. 222-232, 2018.

GAUR, N. et al. **Hands-on Blockchain with Hyperledger: Building Decentralized Applications with Hyperledger Fabric and Composer**. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2018. 460 p.

GHAURI, P. Designing and conducting case studies in international business research. **Handbook of qualitative research methods for international business**, v. 1, n. 1, p. 109-124, 2004.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas. 2002. 176 p.

GONÇALVES, P. S. **Logística e cadeia de suprimentos: o essencial**. Barueri, SP: Manole, 2013. 329 p.

GUNASEKARAN, A.; SUBRAMANIAN, N.; RAHMAN, S. Supply chain resilience: role of complexities and strategies. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 22, p. 6809-6819, 2015.

HACKETT, R. Walmart and 9 Food Giants Team Up on IBM Blockchain Plans. 2017. Disponível em: <<http://fortune.com/2017/08/22/walmart-blockchain-ibm-food-nestle-unilever-tyson-dole/>> Acesso em: 06 de dezembro de 2018.

HALD, K. S.; KINRA, A. How the blockchain enables and constrains supply chain performance. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 49, n. 4, p. 376-397, 2019.

HILEMAN, G.; RAUCHS, M. **Global blockchain benchmarking study**. Cambridge: Cambridge Centre Alternative Finance, 2017. 119 p.

HIROKO, T.; SANGER, D. E.; BRADSHER, K. Japan Faces Potential Nuclear Disaster as Radiation Levels Rise. 2011. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2011/03/15/world/asia/15nuclear.html>> Acesso em: 17 de novembro de 2019.

HOLLAND, M.; NIGISCHER, C.; STJEPANDIC, J. Copyright protection in additive manufacturing with blockchain approach. **Transdisciplinary Engineering: A Paradigm Shift**, v. 5, p. 914-921, 2017.

HUANG, G. Q.; LAU, J. S. K.; MAK, K. L. The impacts of sharing production information on supply chain dynamics: a review of the literature. **International journal of production research**, v. 41, n. 7, p. 1483-1517, 2003.

HUGHES, A. et al. Beyond Bitcoin: What blockchain and distributed ledger technologies mean for firms. **Business Horizons**, v. 62, n. 3, p. 273-281, 2019.

IANSTITI, M.; LAKHANI, K. R. The truth about blockchain. **Harvard Business Review**, v. 95, n. 1, p. 118-127, 2017.

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.

IVANOV, D.; SOKOLOV, B.; DOLGUI, A. The Ripple effect in supply chains: trade-off 'efficiency-flexibility-resilience' in disruption management. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 7, p. 2154-2172, 2014.

KAMBLE, S.; GUNASEKARAN, A.; ARHA, H. Understanding the Blockchain technology adoption in supply chains-Indian context. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, p. 2009-2033, 2019.

KILPATRICK, J.; BARTER, L. **Covid-19: Managing supply chain risk and disruption**. 2020. p. 18. Disponível em: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/finance/Supply-Chain_POV_EN_FINAL-AODA.pdf> Acesso em: 21 de setembro de 2020.

KRAJEWSKI, L.; MALHOTRA, M.; RITZMAN, L. **Operations management. Process and Supply Chains**. 11. ed. Pearson. 2016. 672 p.

KSHETRI, N. Blockchain's roles in strengthening cybersecurity and protecting privacy. **Telecommunications Policy**, v. 41, n. 10, p. 1027-1038, 2017a.

_____. Can blockchain strengthen the internet of things?. **IT professional**, v. 19, n. 4, p. 68-72, 2017b.

_____. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. **International Journal of Information Management**, v. 39, p. 80-89, 2018.

KUMAR, S.; MOOKERJEE, V.; SHUBHAM, A. Research in Operations Management and Information Systems Interface. **Production and Operations Management**, v. 27, n. 11, p. 1893-1905, 2018.

LACITY, M. C. Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality. **MIS Quarterly Executive**, v. 17, n. 3, p. 201-222, 2018.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas De Informação Gerenciais**. Tradução: Belmiro do Nascimento João. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. 504 p.

LEE, H. L.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. The bullwhip effect in supply chains. **Sloan management review**, v. 38, p. 93-102, 1997.

LEE, H. L.; SO, K. C.; TANG, C. S. The value of information sharing in a two-level supply chain. **Management science**, v. 46, n. 5, p. 626-643, 2000.

LEE, H. L., WHANG, S. Information sharing in a supply chain. **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, v. 1, n. 1, p. 79–93. 2000.

LINTON, J. D.; KLASSEN, R.; JAYARAMAN, V. Sustainable supply chains: An introduction. **Journal of operations management**, v. 25, n. 6, p. 1075-1082, 2007.

LU, Q.; XU, X. Adaptable blockchain-based systems: A case study for product traceability. **IEEE Software**, v. 34, n. 6, p. 21-27, 2017.

LYONS, T.; COURCELAS, L. Governance of and with blockchains. v. 1. Suíça : ConsenSys AG, 2020. p. 34.

MACKEY, T. K.; NAYYAR, G. A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. **Expert opinion on drug safety**, v. 16, n. 5, p. 587-602, 2017.

MALHOTRA, N. K. **Essentials of marketing research: A hands-on orientation**. 1 ed. New Jersey : Pearson, 2015. 408 p.

MARR, B. How Blockchain Will Transform The Supply Chain And Logistics Industry. 2018. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/03/23/how-blockchain-will-transform-the-supply-chain-and-logistics-industry/#68ead30e5fec>> Acesso em: 06 de dezembro de 2018.

MATSAKIS, L. Following a tuna from fiji to brooklyn—on the blockchain. 2018. Disponível em: <<https://www.wired.com/story/following-a-tuna-from-fiji-to-brooklyn-on-the-blockchain/>> Acesso em 06 de dezembro de 2018.

MEDILEDGER. The MediLedger Network: A Decentralized Network for the Pharmaceutical Industry, c2019. Página inicial. Disponível em: <https://www.mediledger.com/>. Acesso em: 08 de setembro de 2020.

MENTZER, J. T. *et al.* Defining supply chain management. **Journal of Business Logistics**, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

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

MIN, S.; ZACHARIA, Z. G.; SMITH, C. D. Defining Supply Chain Management: In the Past, Present, and Future. **Journal of Business Logistics**, v. 40, n. 1, p. 44-55, 2019.

MONCZKA, R. M. *et al.* **Purchasing and supply chain management**. Ohio: Cengage Learning, 2015. 810 p.

MONTECCHI, M.; PLANGGER, K.; ETTER, M. It's real, trust me! Establishing supply chain provenance using blockchain. **Business Horizons**, v. 62, n. 3, p. 283-293, 2019.

NAKAMOTO, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. p. 1-9, 2008.

NARASIMHAN, R.; TALLURI, S. Perspectives on Risk Management in Supply Chains. **Journal of Operations Management**, v.27, p.114-118, 2009.

NOTHEISEN, B.; CHOLEWA, J.B.; SHANMUGAM, A.P. Trading Real-World Assets on Blockchain: An Application of Trust-Free Transaction Systems in the Market for Lemons. **Business and Information Systems Engineering**, v. 59, n. 6, p. 425-440, 2017.

OGÉE A.; FURUYA S. Blockchain is becoming key for global trade - but is that a gift for hackers? **World Economic Forum**. 2019. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2019/12/supply-chains-blockchain-cybersecurity-technology/>>. Acesso em: 21 de setembro de 2020.

O'LEARY, D. E. Configuring blockchain architectures for transaction information in blockchain consortiums: The case of accounting and supply chain systems. **Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management**, v. 24, n. 4, p. 138-147, 2017.

PERBOLI, G.; MUSSO, S.; ROSANO, M. Blockchain in logistics and supply chain: A lean approach for designing real-world use cases. **IEEE Access**, v. 6, p. 62018-62028, 2018.

PLANT, L. Implications of open source blockchain for increasing efficiency and transparency of the digital content supply chain in the Australian telecommunications and media industry. **Australian Journal of Telecommunications and the Digital Economy**, v. 5, n. 3, p. 15-29, 2017.

POPPER, N.; LOHR, S. Blockchain: A better way to track pork chops, bonds, bad peanut butter? 2017 Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2017/03/04/business/dealbook/blockchain-ibm-bitcoin.html>>. Acesso em: 04 de outubro de 2018.

PORTER, M. E; MILLAR V. E. How information gives you competitive advantage. **Harvard Business Review**, v. 63, n. 4, p. 149-160, 1985.

POWER, D. Supply chain management integration and implementation: a literature review. **Supply Chain Management**, v. 10, n. 4, p. 252-263, 2005.

PRAJOGO, D.; OLHAGER, J. Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration. **International Journal of Production Economics**, v. 135, n. 1, p. 514-522, 2012.

REID, D. Saudi Aramco reveals attack damage at oil production plants. 2019. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2019/09/20/oil-drone-attack-damage-revealed-at-saudi-aramco-facility.html>> Acesso em: 17 de novembro de 2019.

ROBERTS, J. J. 5 Ways Businesses Are Already Using Blockchains. 2017. Disponível em: <<http://fortune.com/2017/08/22/blockchain-walmart-maersk-banking/>> Acesso em: 06 de dezembro de 2018.

RUSSELL, R. S.; TAYLOR, B. W. **Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain**, 7. ed. Wiley. 2010. 832 p.

SABERI, S. et al. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, p. 2117-2135, 2019.

SAHIN, F.; ROBINSON, E. P. Flow coordination and information sharing in supply chains: review, implications, and directions for future research. **Decision sciences**, v. 33, n. 4, p. 505-536, 2002.

SANDER, F.; SEMEIJN, J.; MAHR, D. The acceptance of blockchain technology in meat traceability and transparency. **British Food Journal**, v. 120, n. 9, p. 2066-2079, 2018.

SCHOLTEN, K.; SCHILDER, S. The role of collaboration in supply chain resilience. **Supply Chain Management**, v. 20, n. 4, p. 471-484, 2015.

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

SIMCHI-LEVI, D. Your next supply chain: interview with David Simchi-Levi and Charles H. Fine. [Entrevista cedida a] Michael S. Hopkins. **MIT Sloan Management Review**, v. 51, n. 2, p. 17-18, 2010.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos projeto e gestão: conceitos, estratégias e estudos de caso**. Tradução: Félix Nonnenmacher. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 583 p.

SCHMIDT, C. G.; WAGNER, S. M. Blockchain and supply chain relations: A transaction cost theory perspective. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v. 25, n. 4, p. 100552, 2019.

STAIR, R.; REYNOLDS, G. **Princípios de sistemas de informação**. Tradução: Noveritis do Brasil. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 719 p.

STOCK, G. N.; GREIS, N. P.; KASARDA, J. D. Enterprise logistics and supply chain structure: the role of fit. **Journal of operations management**, v. 18, n. 5, p. 531-547, 2000.

SYLIM, P. et al. Blockchain technology for detecting falsified and substandard drugs in distribution: pharmaceutical supply chain intervention. **JMIR research protocols**, v. 7, n. 9, p. 1-12, 2018.

SZABO, N. Smart contracts. 1994. Disponível em: <<http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html>>. Acesso em: 21 de abril de 2019.

_____. Formalizing and securing relationships on public networks. **First Monday**, v. 2, n. 9, 1997. Disponível em: <<https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/548/469>.DOI:<http://dx.doi.org/10.5210/fm.v2i9.548>>. Acesso em: 21 de abril de 2019.

TAN, K. C. A framework of supply chain management literature. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, n. 1, p. 39-48, 2001.

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

THE ECONOMIST, The trust machine, 2015. Disponível em: <<https://www.economist.com/leaders/2015/10/31/the-trust-machine>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2018.

_____. The promise of the blockchain technology, 2018. Disponível em: <<https://www.economist.com/technology-quarterly/2018/09/01/the-promise-of-the-blockchain-technology>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2018.

TIAN, F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE SYSTEMS AND SERVICE MANAGEMENT (ICSSSM), 13., 2016, Kunming. IEEE, 2016. p. 1-6.

_____. A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE SYSTEMS AND SERVICE MANAGEMENT, 14., 2017, Dalian. **Proceedings...IEEE**, 2017. p. 1-6.

_____. **An information System for Food Safety Monitoring in Supply Chains based on HACCP, Blockchain and Internet of Things**. Tese de Doutorado. WU Vienna University of Economics and Business. p. 166, 2018.

TRIBIS, Y.; EL BOUCHTI, A.; BOUAYAD, H. Supply Chain Management based on Blockchain: A Systematic Mapping Study. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP ON TRANSPORTATION AND SUPPLY CHAIN ENGINEERING, 2018, Rabat. Matec web of conferences, 2018. p. 1-8.

TSE, D. et al. Blockchain application in food supply information security. *In*: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND ENGINEERING MANAGEMENT (IEEM), 2017, Singapura. IEEE, 2018 p. 1357-1361.

TSENG, J.-H. et al. Governance on the drug supply chain via gcoin blockchain. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 6, p. 1-8, 2018.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005. 287 p.

_____. **Métodos de coletas de dados no campo**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

WANG, J. et al. The outlook of blockchain technology for construction engineering management. **Frontiers of engineering management**, v. 4, n. 1, p. 67-75, 2017.

WANG, P.; KINNUCAN, H. W.; DUFFY, P. A. The effects of rising labour costs on global supply chains: the case of China's cotton yarn industry. **Applied Economics**, v. 51, n. 33, p. 3608-3623, 2019.

WANG, Y. et al. Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?. **International Journal of Production Economics**, v. 211, p. 221-236, 2019.

WÜST, K.; GERVAIS, A. Do you need a blockchain?. *In*: CRYPTO VALLEY CONFERENCE ON BLOCKCHAIN TECHNOLOGY (CVCBT), Zug, 2018. IEEE, 2018. p. 45-54.

WU, X.; ZHANG, F. Home or overseas? An analysis of sourcing strategies under competition. **Management Science**, v. 60, n. 5, p. 1223-1240, 2014.

VYAS, N.; BEIJE, A.; KRISHNAMACHARI, B. **Blockchain and the Supply Chain: Concepts, Strategies and Practical Applications**. 1 ed. London: Kogan Page Limited, 2019. 320 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Cristhian Matheus Herrera. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. 290 p.

YU, Z.; YAN, H.; CHENG, T. C. E. Benefits of information sharing with supply chain partnerships. **Industrial management & Data systems**, v. 101, n. 3, p. 114-119, 2001.

ZHOU, H.; BENTON JR, W. C. Supply chain practice and information sharing. **Journal of Operations management**, v. 25, n. 6, p. 1348-1365, 2007.

APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Roteiro de entrevistas semiestruturadas endereçado a cada grupo do ecossistema que faz uso da tecnologia *blockchain* pesquisado. Importante ressaltar que a introdução foi particular para cada grupo.

INTRODUÇÃO 1: OPERADORAS DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS

- Qual a proposta de negócio de vocês?
- Em quais os produtos que vocês estão utilizando o *blockchain*?
- Poderia me falar um pouco do porquê da escolha do *blockchain* frente a tecnologia anterior?
- Atua na cadeia de suprimentos toda? Como foi a implementação?

INTRODUÇÃO 2: CENTROS DE PESQUISAS

- Vocês têm estudos sobre a implementação da tecnologia *blockchain* em cadeias de suprimentos no Brasil?
- Quais têm sido os benefícios dessa tecnologia frente a tecnologia convencional? Exemplos?

INTRODUÇÃO 3: EMPRESAS DE TECNOLOGIA PROVEDORAS DOS *FRAMEWORKS* DO *BLOCKCHAIN*

- Como tem sido a implementação da tecnologia *blockchain* no Brasil?
- Em quais cadeias de suprimentos vocês têm implementado a tecnologia *blockchain*?
- Quais têm sido os benefícios dessa tecnologia frente a tecnologia convencional? Exemplos?

1 - QUESTÕES REFERENTES À RASTREABILIDADE

- Como foi possível a otimização da rastreabilidade dos produtos por toda a cadeia de suprimentos com a adoção da tecnologia *blockchain* frente a tecnologia anterior? Por quê? Exemplo?
- A tecnologia *blockchain* permitiu uma maior distribuição da informação frente a tecnologia anterior? Por quê?
- Existe a possibilidade de certificação? Como? Qual tem sido a importância para as cadeias de suprimentos?

2 - QUESTÕES REFERENTES À CONFIANÇA

- A tecnologia *blockchain* possibilitou um maior acesso a informações do produto? Por quê? Exemplo?
- O *blockchain* possibilitou a identificação de riscos antecipadamente (atrasos, dificuldades no atendimento dos materiais pelos fornecedores, interrupções)? Como?
- E a resposta a esses riscos, foi possível algum benefício? Qual? Exemplo?
- A tecnologia *blockchain* auxiliou no retorno de mercadorias? Como?
- Quais os ganhos para os consumidores com a mudança para tecnologia *blockchain*? Como?
- E na visibilidade da informação para os clientes? Algum exemplo?
- Quão foi afetada a coordenação da cadeia de suprimentos com a adoção da tecnologia *blockchain*? Por quê?
- Foi possível a eliminação de intermediários presentes na cadeia de suprimentos? Quais? Como?
- Vocês utilizam os contratos inteligentes? Quais os benefícios?
- Quais foram os ganhos na redução de fraudes (adulteração)? Por quê?

3 - QUESTÕES REFERENTES À DIFICULDADES SOBRE A ADOÇÃO DA TECNOLOGIA

- No aspecto financeiro, quão difícil foi para a adoção da tecnologia *blockchain* frente a outra tecnologia? Por quê?
- E no aspecto da cultura organizacional (para as pequenas empresas e indústrias)?
- Foi possível a adoção da tecnologia *blockchain* por todos os parceiros da cadeia de suprimentos? Como foi o processo?
- Alguma outra dificuldade (etiquetas de *RFID*, baixo volume de transações, contratos inteligentes)?

4 – INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR

- Quais as perspectivas para a tecnologia *blockchain* para os próximos anos?