UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Aplicadas

MARIA ELISA DADA PAIÃO

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NA GESTÃO DA QUALIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

LIMEIRA
2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Ciências Aplicadas

MARIA ELISA DADA PAIÃO

ANÁLISE DA APLICABILIDADE DA TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN* NA GESTÃO DA QUALIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Produção e de Manufatura na área de Pesquisa Operacional e Gestão de Processos.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Muriel de Oliveira Gavira.
Coorientador(a): Prof(a). Dr(a). Paulo Sérgio de Arruda Ignácio.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA MARIA ELISA DADA PAIÃO E ORIENTADA PELA PROFA. DRA. MURIEL DE OLIVEIRA GAVIRA E COORIENTADA PELO PROF. DR. PAULO SÉRGIO DE ARRUDA IGNÁCIO

LIMEIRA
2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Ana Luiza Clemente de Abreu Valério - CRB 8/10669

P166a

Paião, Maria Elisa Dada, 1993-
Análise da aplicabilidade da tecnologia *blockchain* na gestão da qualidade na cadeia de suprimentos / Maria Elisa Dada Paião. – Limeira, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Muriel de Oliveira Gavira.
Coorientador: Paulo Sérgio de Arruda Ignácio.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Gestão da qualidade. 2. Cadeia de suprimentos. 3. Indústria 4.0. I. Gavira, Muriel de Oliveira, 1978-. II. Ignácio, Paulo Sérgio de Arruda, 1963-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. IV. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Analysis of the applicability of blockchain technology in the supply chain quality management
Palavras-chave em inglês:
Quality management
Supply chains
Industry 4.0
Área de concentração: Pesquisa Operacional e Gestão de Processos
Titulação: Mestra em Engenharia de Produção e de Manufatura
Banca examinadora:
Muriel de Oliveira Gavira [Orientador]
Antônio Carlos Pacagnella Júnior
Mateus Cecílio Gerolamo
Data de defesa: 29-09-2022
Programa de Pós-Graduação: Engenharia de Produção e de Manufatura

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)
- ORCID do autor: https://orcid.org/0000-0003-0946-033X
- Currículo Lattes do autor: https://lattes.cnpq.br/1039565729368354

Folha de Aprovação

Autor(a): Maria Elisa Dada Paião
Título: Análise da aplicabilidade da tecnologia blockchain na gestão da qualidade na cadeia de suprimentos
Natureza: Dissertação
Área de Concentração: Pesquisa Operacional e Gestão de Processos
Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp
Data da Defesa: Limeira-SP, 29 de Setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Muriel de Oliveira Gavira (orientador) (orientador)
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Antônio Carlos Pacagnella Júnior (membro)
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. Mateus Cecilio Gerolamo (membro externo)
Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Dedico esta dissertação

Aos meus amados pais João e Inez e

ao meu querido esposo Guilherme.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por ser meu sustento e força, pois sem Ele essa jornada não seria cumprida.

A minha orientadora Profa. Dra. Muriel Gavira pela colaboração, persistência, paciência e comprenssão durante o tempo de trabalho em conjunto.

Ao professor e coorientador Prof. Dr. Paulo Ignácio pelas orientações, práticas e apoio.

Aos professores da banca examinadora de qualificação e de defesa pela disponibilidade, interesse e dedicação na tarefa de avaliar o conteúdo do texto e oferecer contribuições tão ricas.

Aos meus colegas de profissão que tanto enriqueceram esse trabalho com nossas vivências e sobretudo pela troca de experiências.

Por fim, pela paciência e compreensão de meus familiares e amigos nos vários momentos em que estive ausente para que fosse possível me dedicar aos estudos.

EPÍGRAFE

"Fazei tudo por Amor. – Assim não há coisas pequenas: tudo é grande".

São Josemaria Escrivá

RESUMO

Para que uma empresa seja competitiva é fundamental que haja a coordenação de todos os componentes da cadeia de suprimentos, inclusive a gestão da cadeia de abastecimento e todos os fornecedores envolvidos. Atualmente, além dos fornecedores serem responsáveis pelo fornecimento de matérias-primas, muitas vezes são responsáveis também pela manutenção de máquinas e equipamentos e até mesmo por etapas do processo produtivo. Logo, a qualidade final dos seus produtos e serviços, possuem uma ligação direta com a qualidade de toda a sua cadeia de suprimentos e por conta de sua importância, as organizações devem estar atentas as novas tecnologias em busca de métodos que garantam a qualidade, desde a obtenção de matérias-primas e serviços em conformidade com o que foi acordado, gestão interna dos processos, até a gestão do pós-vendas e *feedback* dos clientes. Entre as tecnologias promissoras que pode ser uma alternativa para a gestão da qualidade na cadeia de suprimentos, está à tecnologia *Blockchain*. A *Blockchain* trata-se de um livro-razão capaz de armazenar transações entre as partes envolvidas de forma segura, permanente, rastreável e imutável. Frente a este cenário, este trabalho tem como objetivo analisar a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* na Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos (GQCS) e também identificar as boas práticas existentes. Para tanto foi utilizado o método de revisão sistemática da literatura, que possibilitou também levantar oportunidades de pesquisa, obtendo como principais contribuições o desenvolvimento de um modelo conceitual que traz uma proposta de utilização da tecnologia *Blockchain* na GQCS, incluindo os principais processos, atividades e registros a serem controlados e as principais fases de implementação da tecnologia em empresas manufatureiras.

Palavras-chave: Cadeia de suprimentos; *Blockchain*; Indústria 4.0.

ABSTRACT

For a company to be competitive, it is essential that all components of the supply chain are coordinated, including supply chain management and all the suppliers involved. Currently, in addition to suppliers being responsible for the supply of raw materials, they are often also responsible for the maintenance of machines and equipment and even for stages of the production process. Therefore, the final quality of its products and services has a direct link with the quality of its entire supply chain and because of its importance, organizations must be aware of new technologies in search of methods that guarantee quality, from obtaining raw materials and services in accordance with what was agreed, internal process management, up to after-sales management and customer feedback. Among the promising technologies that can be an alternative for quality management in the supply chain is Blockchain technology. Blockchain is a ledger capable of storing transactions between the parties involved in a secure, permanent, traceable and immutable way. For that, the method of systematic literature review was used, which also made it possible to raise research opportunities, receiving as main contributions a conceptual model that brings a proposal for the use of the Blockchain technology in SCQM, activities and records to be controlled and the main phases of technology implementation in manufacturing companies.

Keywords: *Quality management; Supply chain; Blockchain; Industry 4.0.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Principais temas de pesquisa de gestão da qualidade e cadeia de suprimentos 21
Figura 2 - Vínculos temáticos em pesquisa de gestão de qualidade e cadeia de suprimentos 22
Figura 3 - Três etapas principais para a Gestão da Qualidade dos Fornecedores 24
Figura 4 – Características principais do Blockchain 30
Figura 5 - Vantagens e desvantagens da implementação do blockchain nas empresas 31
Figura 6 – Classificação da aplicação da tecnologia Blockchain.....32
Figura 7 - Rastreamento de transferência de veículo sem blockchain 35
Figura 8 - Rastreamento de transferência de veículo com blockchain.....36
Figura 9 - Classificação da Pesquisa 38
Figura 10 - Passos adotados para a Revisão Sistemática da Literatura 39
Figura 11 - Fases da análise dos resultados.....46
Figura 12 - A atualização do modelo de compartilhamento de informações e comunicação na manufatura aberta 51
Figura 13 – Modelo Conceitual de utilização da Tecnologia Blockchain na Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos 60
Figura 14 - Fases de aplicação da tecnologia blockchain para a gestão da qualidade da cadeia de suprimentos.....61
Figura 15 - Estrutura de uma aplicação Blockchain 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de artigos e testes por base de dados.....45

Tabela 2 – Trabalhos publicados sobre Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos.....46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Filtros a serem utilizados.....44
Quadro 2 - Análise dos artigos selecionados 49
Quadro 3 – Correlação das dificuldades da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos com os principais processos da Gestão da Qualidade dos Fornecedores 53
Quadro 4 – Correlação dos processos da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos com suas atividades e respectivos documentos a serem registradas na blockchain 55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API: *Application Programming Interface*

DLT: *Distributed Ledger Technology*

GQCS: Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos

IoT: *Internet of Things*

IQF: Índice de Qualidade de Fornecedor

ISO: *International Organization for Standardization*

JIT: *Just in Time*

OM: *Open Manufacturing*

P2P: *Peer-to-peer*

POW: *Proof-of-work*

RFID: *Radio Frequency Identification*

RSL: Revisão Sistemática da Literatura

SCQM: *Supply Chain Quality Management*

TQM: *Total Quality Management*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 15

1.1. ESTRUTURA DO TRABALHO 19

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 20

2.1. GESTÃO DA QUALIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS 20

2.1.1. Tipos de Abordagem da GQCS 24

2.1.2. Compartilhamento de informações 26

2.2. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN 27

2.2.1. Aplicação da tecnologia Blockchain 30

2.2.2. Camadas Tecnológicas fundamentais 32

2.2.3. Arquitetura em módulos da aplicação 33

2.2.4. Contratos Inteligentes 34

3. MÉTODOS 37

3.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA 39

3.1.1. Preparando a revisão 40

3.1.2. Seleção de Literatura 40

3.1.3. Análise de Dados 41

3.2. DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO CONCEITUAL 41

4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS 43

4.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA 43

4.1.1. Preparando a revisão 43

4.1.2. Seleção de Literatura 44

4.1.3. Análise dos resultados 45

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES 50

4.2.1. Tecnologia blockchain aplicada na gestão da qualidade na cadeia de suprimentos 50

Seleção de Fornecedores 56

Gestão da Qualidade – Fornecedores 57

Gestão da Qualidade – Interna 57

Retorno em Garantia 58

Avaliação de Performance de Fornecedores 58

4.2.2. Fases de aplicação da tecnologia blockchain para a gestão da qualidade da cadeia de suprimentos 61

***Fase 1** 61*

***Fase 2** 62*

***Fase 3** 63*

4.2.3. Lacunas na literatura 65

CONCLUSÃO 66

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 68

1. INTRODUÇÃO

Encontrar um lugar de destaque no ambiente competitivo globalizado é uma difícil missão que as empresas dos mais diversos setores vêm enfrentando e que vem sendo ainda mais fortalecida, como afirmam Gohr e Faustino (2018), pela ampla variedade de produtos e pela facilidade de compra e venda de forma rápida e em qualquer lugar do mundo.

Essa competição não acontece apenas no nível da empresa, mas em toda a sua cadeia de suprimentos, a fim de obter vantagens sobre os concorrentes, o que requer grande relevância em relação à coordenação e gestão entre os elos das cadeias, ou seja, redes de fornecedores, distribuidores, produtores e clientes. Dessa forma, a busca por uma posição competitiva traz diversos benefícios para a cadeia de suprimentos, tais como: o fortalecimento das relações, geração de valor agregado e melhorias na qualidade do produto (GOHR; FAUSTINO, 2018).

Sendo que para esse último tópico, é possível observar uma significativa evolução nos conceitos, práticas e até nas ferramentas relacionadas à Qualidade. Com inicio há centenas de anos, diversas modificações e melhorias ocorreram, passando por fases em que todo o esforço da Qualidade resumia-se à atividade da inspeção, chamada de Era da Inspeção, em seguida pela Era do Controle Estatístico, com ênfase na localização de defeitos e verificações amostrais, até chegar a um ambiente no qual a qualidade é definida pela forma mais ampla e abrangente possível, passando a ser denominada como afirma Paladini (2019) em “Gestão da Qualidade Total”, na qual ela passa a ter sua responsabilidade compartilhada por todas as áreas da empresa e a ênfase está na prevenção de defeitos e na qualidade assegurada.

E é nesse cenário de grandes mudanças agregados de forma implícita à Indústria 4.0 e ao conjunto de novas técnicas estruturadas e ambientes de interações dinâmicos, que estão os desafios da gestão da qualidade atual, o que conforme afirma Paladini (2019) não significa dizer que se trata de uma área desatualizada, principalmente pela ampliação de seus conceitos e a adaptação em novos modelos de negócio, ao longo dos anos. Porém, trata-se de uma área em que é possível aplicar melhorias continuamente e assim, ter a gestão da qualidade potencializada com a utilização da digitalização e das novas tecnologias.

Dessa forma, a Qualidade garante um papel essencial nesse contexto de globalização e de grandes mudanças, impulsionadas pela Indústria 4.0, pois conforme Paladini (2019), ela é uma importante aliada para que as empresas se consolidem no ambiente em que estiverem inseridas.

Como reflexo dessas mudanças conceituais na área da Qualidade e também reflexo do ambiente competitivo atual que traz grande importância na Gestão da Cadeia de Suprimentos, a versão mais atual da norma ISO 9001, publicada em 2015, requer que as organizações além de avaliarem o contexto interno, avaliem também o contexto externo em relação ao Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), fazendo-se necessário uma análise dos riscos envolvidos e oportunidades, a partir de um requisito específico voltado a provedores externos: item 8.4 - Controle de processos, produtos e serviços providos externamente (ABNT NBR ISO 9001:2015).

E essa preocupação vem sendo percebida dentro das organizações e além das práticas internas de gestão da qualidade, Gohr e Faustino (2018) asseguram que as empresas têm percebido a necessidade de integrar tais controles com as práticas de seus parceiros de negócio. Assim, a necessidade de aplicar a gestão da qualidade ainda é um tema importante, porém a necessidade de incluir dentro das organizações as análises do contexto externo e não somente o contexto interno, tendo um grande foco na competitividade dos negócios e em todas as partes interessadas no mesmo, também se torna um ponto obrigatório.

A evolução dos conceitos de Gestão da Qualidade por muitos anos esteve restrita a dependência de características exclusivas dos elementos e processos internos das organizações, como a matéria-prima, modelos gerenciais, seleção de formas de atuação, porém, atualmente a gestão da qualidade considera as questões inerentes aos seus processos ou ao seu país, mas que também levem em consideração e avaliem as questões relacionadas aos cenários externos (PALADINI, 2019).

O estabelecimento de métodos de gestão da qualidade para fornecedores a partir de programas e táticas para gerenciar e monitorar a qualidade da cadeia de suprimentos é um passo fundamental para maximizar a competitividade e liderança de mercado das cadeias de suprimentos (ROBINSON; MALHOTRA, 2005).

Dentre as questões externas, está a necessidade de integrar os processos das organizações com o de seus fornecedores, agindo de forma colaborativa, a fim de “unir forças” (KAYNAK; HARTLEY, 2008).

Nesse sentido, o gerenciamento da cadeia de suprimentos aparece como uma saída para que as empresas atuem em conjunto com seus parceiros de negócio e atendam às exigências do mercado, na qual elas podem combinar diversas iniciativas estratégicas para atingir a excelência operacional, além da qualidade e da melhoria contínua, realizando uma integração entre as práticas de gestão da qualidade com as práticas de seus parceiros, compartilhando assim, interesses que possam trazer benefícios conjuntos, estabelecendo relações de cooperação com os fornecedores no que diz respeito à gestão da qualidade e atingindo a melhorias dos produtos e também dos processos (ROBINSON; MALHOTRA, 2005).

Porém, dentro da gestão da qualidade na cadeia de suprimentos conforme afirmam Zu e Kaynak (2012) existe a dificuldade de as empresas controlarem o que acontece fora de seus limites, no que diz respeito à qualidade dos materiais e serviços fornecidos, visto que existe a dependência entre as diferentes organizações envolvidas para que se obtenham produtos e serviços com qualidade. A integração dessas duas abordagens: gestão da qualidade e gerenciamento da cadeia de suprimentos é denominada em algumas pesquisas como “Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimento - GQCS” (Supply Chain Quality Management - SCQM) (KUEI et al., 2001; ROBINSON; MALHOTRA, 2005; LIN et al., 2005; SILA et al.,2006).

Apesar de não ser um termo novo, a literatura sobre Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos (GQCS) ainda é bastante escassa, pois segundo Fernandes et al. (2017), ainda não possui um total entendimento sobre a gestão da qualidade na cadeia de suprimentos, sendo que os estudos ainda contemplam os dois temas de formas separadas e poucos fazem a integração e contemplam as duas perspectivas, necessitando de estudos mais aprofundados sobre o tema, levantamento das boas práticas e ferramentas para minimizar o impacto dos desafios atuais.

Além do desafio de controle, Li et al. (2017) avaliam como consideráveis as deficiências na rede em relação ao compartilhamento de informações, incluindo atrasos, dados assíncronos entre várias partes, inúmeras abordagens de compartilhamento,

irregularidade nos mecanismos de monitoramento, fatores humanos e a possibilidade de dados compartilhados serem adulterados ou ocultados. Desafios esses, que podem afetar a confiabilidade dos processos e a segurança, além de maior tempo para execução e processamento, o que segundo Chen et al. (2017) podem ser solucionados com o surgimento da tecnologia *Blockchain* e suas possibilidades inovadoras, como a aplicação dos *Smarts Contracts*.

A tecnologia *Blockchain*, sugerida por Chen et al. (2017), oferece soluções adequadas para suprir tais dificuldades, visto que as suas principais características elencadas por Formigoni Filho et al. (2017) são: operações seguras, descentralização do armazenamento de informações, integridade dos dados e imutabilidade das transações, tendo assim um registro único, imutável e que pode ser acessado apenas aos que tenham permissão.

Nesse contexto, tem-se a seguinte pergunta de pesquisa: Como a tecnologia *blockchain* pode ser aplicada a gestão da qualidade na cadeia de suprimentos?

Assim, esse trabalho tem como objetivo principal analisar as formas de aplicação da tecnologia *blockchain* na Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos a fim de garantir a confiança nas informações compartilhadas.

Para alcançar o objetivo principal, têm-se os seguintes objetivos específicos:

i. Identificar os principais desafios (problemas e oportunidades) da GQCS;
ii. Analisar aplicações atuais da *blockchain* na cadeia de suprimentos;
iii. Analisar os principais benefícios da aplicação da tecnologia *blockchain* na GQCS;
iv. Levantar boas práticas empresariais da aplicação da tecnologia *blockchain* na GQCS;
v. Desenvolver um modelo conceitual para a aplicação da tecnologia blockchain na GQCS.

Com base em informações inalteradas e registros rastreáveis por meios de normas e acordos padronizados, a utilização da tecnologia *blockchain* apresenta uma solução para as organizações manufatureiras que possuem vários atores em sua cadeia de suprimentos e desafios relacionadas a desconfiança no compartilhamento de informações ou até mesmo a

falta de informações necessárias em tempo ágil, o que gera para as empresas que o adotam maior eficiência e lucro em seus processos, sendo os empresários e responsáveis pela Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos os maiores interessados no desenvolvimento e resultados desse trabalho.

1.1. ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação, além da Introdução (1), já descrita, está estruturada da seguinte forma:

2 – Fundamentação Teórica: esse primeiro capítulo aborda a partir da literatura quais são os conceitos, fundamentos e aplicações dos dois principais tópicos desse trabalho: Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos e a tecnologia *Blockchain*.

3 – Métodos: o capítulo de métodos apresenta quais foram às abordagens metodológicas utilizadas para atingir o objetivo proposto, sendo que primeiramente foi realizada a revisão tradicional da literatura, com o intuito de avaliar os principais conceitos, abordagens e os desafios (oportunidades e problemas) da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, da tecnologia *blockchain* e da integração do GQCS com a tecnologia *blockchain.* Em seguida detalha a revisão sistemática da literatura (RSL), realizada para levantar como a tecnologia *Blockchain* pode ajudar a obter melhorias ao GQCS, tendo por o último o desenvolvimento de um modelo conceitual a fim de representar as constatações identificadas de forma objetiva e clara.

4 – Desenvolvimento e resultados: esse capítulo apresenta os resultados obtidos na revisão sistemática da literatura, trazendo a análise da aplicação da tecnologia *blockchain* na melhoria da gestão da qualidade na cadeia de suprimentos por meio do desenvolvimento de um modelo conceitual a ser aplicado em diversos segmentos e também a identificação das lacunas de pesquisa.

5 – Conclusões: principais conclusões obtidas no desenvolvimento do trabalho e as sugestões para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica da dissertação a fim de identificar quais são os principais desafios (problemas e oportunidades) da GQCS e analisar as aplicações atuais da tecnologia *blockchain* na cadeia de suprimentos, a partir dos conceitos, fundamentos e aplicações dos dois principais tópicos desse trabalho: Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos e a tecnologia *Blockchain*.

2.1. GESTÃO DA QUALIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A gestão da qualidade tradicional, centrada no produto e não no cliente, possui um impacto limitado, além de não ter a visão do sistema da cadeia de suprimentos como um todo (SHAH et al., 2016).

Para suprir essa limitação, é necessário que a aplicação da gestão da qualidade ocorra de forma ampla e abrangente, na qual possibilite que as empresas verifiquem e avancem na colaboração e interação da qualidade dentro da cadeia de suprimento, quando a perspectiva é voltada para um todo, ou seja, para a cadeia de abastecimento e não somente a gestão da qulidade interna (ROBINSON; MALHOTRA, 2005).

Conforme informam Zeng *et al.* (2013) a interação da qualidade com a cadeia de suprimentos, envolve diversas dimensões, dentre elas: a relação de longo prazo, envolvimento do fornecedor em desenvolvimento de produto, melhoria da qualidade, foco na qualidade durante a seleção de fornecedores ao invés de centrar-se em preço e não somente a certificação de fornecedores, como é uma prática adotada tradicionalmente nas empresas.

Essa integração, da gestão da qualidade e do gerenciamento da cadeia de suprimentos, é denominada com o termo de “Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimento - GQCS” ou em inglês como *Supply Chain Quality Management* - *SCQM* (KUEI et al., 2001; ROBINSON; MALHOTRA, 2005; LIN et al., 2005; SILA et al.,2006). Esses autores acreditam que a fusão dessas duas importantes perspectivas: a gestão da qualidade e a gestão da cadeia de suprimentos merecem ser vistas como uma área a ser estudada.

Dessa forma, para este trabalho será utilizada a seguinte definição de GQCS (ROBINSON; MALHOTRA; 2005, p. 319):

> *GQCS é a coordenação formal da integração de processos de negócios envolvendo todas as organizações parceiras no canal de fornecimento para medir, analisar e melhorar continuamente produtos, serviços e processos a fim de criar valor e alcançar a satisfação dos clientes intermediários e finais no mercado.*

Os principais componentes de pesquisa sobre o termo Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos foram levantados por Robinson e Malhotra (2005), conforme adaptado na Figura 1, sendo que muitos dos temas de pesquisa dentre as duas áreas se correlacionam ou se complementam, como por exemplo, o tema abordado em gestão da qualidade como planejamento estratégico e liderança, esses podem ser complementado ou unificado com a gestão estratégica, tema de pesquisa da gestão da cadeia de suprimentos, além de alguns temas serem coincidentes como a melhoria continua e o aprendizado, presentes nas duas áreas.

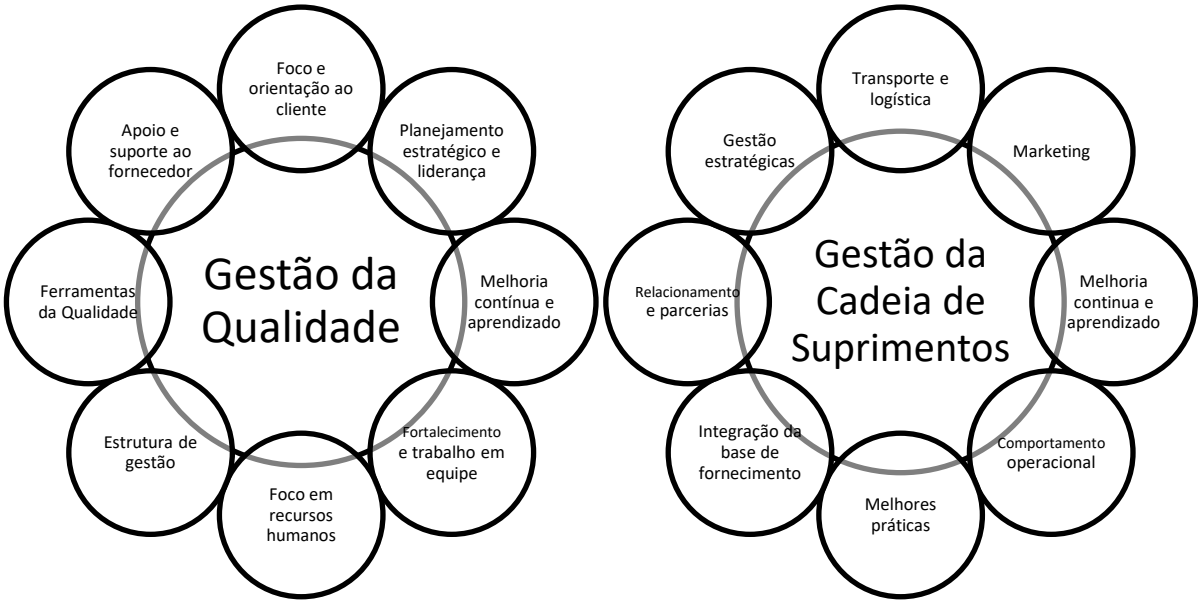


Figura 1 - Principais temas de pesquisa de gestão da qualidade e cadeia de suprimentos

Fonte: Adaptado de Robinson e Malhotra (2005, p. 319)

Dessa forma, Robinson e Malhotra (2005) apresentam os principais tópicos de pesquisa para a unificação das duas perspectivas (gestão da qualidade e gestão da cadeia de suprimentos), ou seja, considerando o conceito de GQCS, categorizando as atividades da seguinte forma: comunicação e parceria; integração e gestão de processos; gestão e liderança; estratégia e; melhores práticas, conforme Figura 2.

Comunicação e parceria	Integração e gestão de processos	Gestão e liderança	Estratégia	Melhores Práticas
• Relações eficazes com os clientes; • Gestão das atividades da base de abastecimento; • Co-gestão de metas por parceiros; • Estabelecimento de confiança; • Relações colaborativas; • Fortalecimento de relacionamento e; • Critérios de seleção de fornecedores.	• Definições de processos estendidas para a cadeia de suprimentos; • Melhoria de processo em conjunto com parceiros; • Vinculo das práticas de trabalho interno com as interações de fornecedores; • Medição e controle de processos na cadeia de suprimentos e; • Integração vertical.	• Envolvimento da gestão, compromisso e atitudes; • Compreensão da gestão de TQM, ferramentas e sistemas; • Gestão eficaz de *upstream* e; • Liderança em inovação / criação de conhecimento.	• Vinculo e alinhamento das práticas de negócios e atividades para desempenho, metas do parceiro e as necessidades do cliente; • Busca por iniciativas de qualidade e abordagens; • Integração da cadeia de suprimentos; • Orientação para gestão de fornecedores e; • Comunicação mutidirecional.	• Gestão de materiais; • Gestão de fornecedores; • Relacionamento com clientes; • Logística; • Certificações; • Parceria estratégica; • Design para qualidade; • Controle e melhoria de processos; • Inspeção; • Capacidade JIT; • Implementação de TQM; • Implementação da ISO 9001; • Função do Departamento de Qualidade; • Compartilhamento de informações; • Treinamento; • Relatórios e análise de dados de qualidade; • Trabalho em equipe; • Tecnologias e; • Células de fabricação.

Figura 2 - Vínculos temáticos em pesquisa de gestão de qualidade e cadeia de suprimentos

Fonte: Adaptado de Robinson e Malhotra (2015, p. 321)

Em relação às interações frequentes e contínuas entre as empresas compradoras, seus fornecedores e clientes, a GQCS envolve diversas dimensões, como por exemplo, a participação dos fornecedores no design de produtos e a participação dos fornecedores na melhoria contínua. Dessa forma, para o sucesso da GQCS é necessário que haja o envolvimento e a integração das atividades de gestão da qualidade das empresas, bem como as práticas internas de gestão da qualidade das empresas envolvidas (QUANG et al., 2016).

A partir de uma perspectiva da cadeia de suprimentos, programas de qualidade tradicionais como *Total Quality Management* (TQM) e certificações de qualidade, como a ISO 9001, permanecem importantes e devem ser utilizados para fazer uso simultâneo de relacionamentos com parceiros da cadeia de suprimentos e também obter ganhos de melhoria de qualidade essenciais para a satisfação do mercado (ROBINSON; MALHOTRA, 2005).

Conforme afirmação de Robinson e Malhotra (2005) as pesquisas sobre GQCS trazem a premissa de que a satisfação do cliente só pode ocorrer quando a qualidade do produto, serviço e os valores são acoplados em cada nó da cadeia, o que vai além da qualidade dentro de cada organização e que apenas um único elo fraco na cadeia já é o suficiente para haver prejuízos, como entregas atrasadas, pedido incompleto e / ou baixa qualidade do produto.

Entretanto, quando se refere apenas a uma etapa da Cadeia de Suprimentos, o abastecimento, Li et al. (2017) apresenta essa dividida em três processos principais: a qualificação do fornecedor, a gestão da qualidade diária e a avaliação ou monitoramento da performance do fornecedor, conforme Figura 3, e reforçam que para esses processos, o papel do ser humano ainda é essencial, sendo que várias atividades, como por exemplo, a auditoria documental, maioria das empresas ainda é a fazem manualmente, o que podem ser afetadas pela subjetividade humana e/ou conflito de interesses.

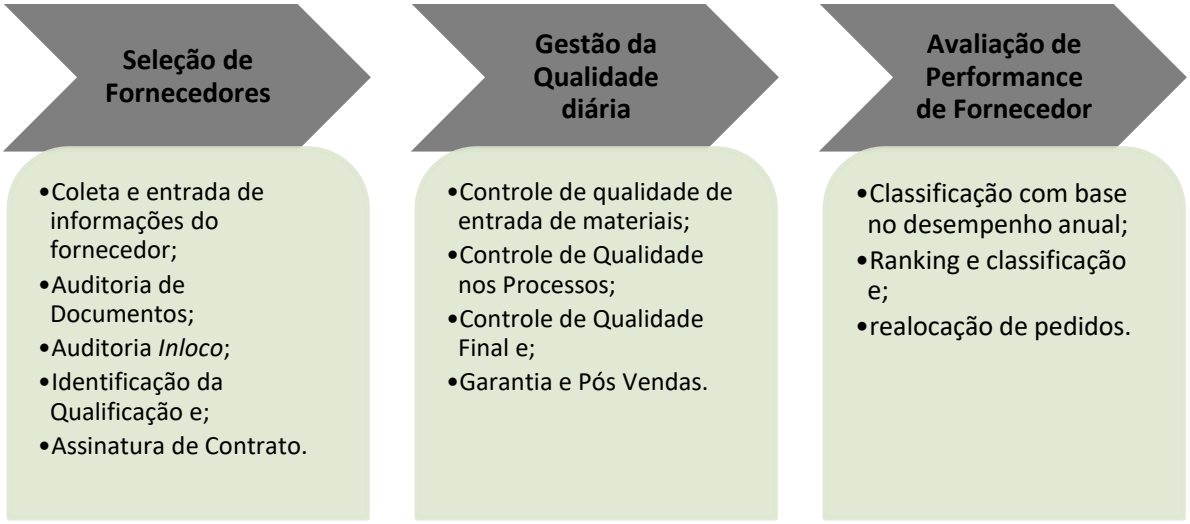


Figura 3 - Três etapas principais para a Gestão da Qualidade dos Fornecedores

Fonte: Adaptado de Li et al. (2017, p.14)

2.1.1. TIPOS DE ABORDAGEM DA GQCS

Podem-se classificar as abordagens da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos em dois tipos: abordagem baseada em produto (resultado) e abordagem baseada em comportamento (processo).

A abordagem a ser utilizada para gerenciar a qualidade do fornecedor, seja ela em qualquer uma das três etapas principais para a Gestão da Qualidade dos Fornecedores (seleção de fornecedores, gestão da qualidade diária e avaliação de performance de fornecedor), segundo Zu e Kaynak (2012), deve ser baseada nos atributos de cada fornecedor de forma individual, ao invés de depender de uma qualidade genérica da cadeia de abastecimento para todos os fornecedores, ou seja, as empresas precisam escolher diferentes mecanismos de gestão para fornecedores diferentes, propondo então, duas abordagens, uma abordagem baseada em resultados e a outra abordagem baseada em comportamentos. Zu e Kaynak (2012) avaliam que o ponto negativo em relação à abordagem baseada em resultados é que não há controle sobre como os fornecedores alcançam a qualidade e alguns problemas ocultos podem não ser detectados durante a inspeção, sendo apenas avaliada a qualidade do produto final.

Outro fator importante considerado pelos mesmos autores é a atitude em relação ao gerenciamento de riscos associados a falhas de qualidade, principalmente em situações que possam ocorrer após as vendas aos consumidores finais, sendo necessário avaliar a natureza

de seus relacionamentos comprador-fornecedor, entre tanto essa forma de abordagem é a mais tradicional nas empresas.

Por outro lado, se ao invés de resultado, as abordagens tiverem como objetivo os processos do fornecedor, essas são classificadas como abordagem baseada em comportamento, sendo a mais indicada para a aplicação da GQCS, pois conforme Robinson e Malotra (2005), essa abordagem envolve a coordenação e a integração dos processos de negócios e inclui a medição, análise e melhoria da qualidade dos produtos, serviços e dos processos, trazendo a criação de valor e um maior grau de satisfação do cliente.

Ao se tratar de gestão de riscos e para gerenciar a qualidade do fornecedor, Zu e Kaynak (2012) propõem a utilização de abordagens baseadas em comportamento, tendo essa se mostrado mais eficaz do que a abordagem baseada em resultados, pois quando percebem que os fornecedores têm um alto nível de aversão aos riscos, a problemas e a falhas relacionados à qualidade, consequentemente esses estão mais dispostos a cooperar para melhorar seus processos e o sistema de gestão da qualidade.

Robinson e Malhotra (2005) afirmam que a abordagem orientada apresenta uma série de ações continuas que levam a melhoria da qualidade e a criação de negócios inovadores, além de novas oportunidades de mercado. Segundo os mesmos autores, para ter uma base de fornecedores com qualidade e com a capacidade de fornecer produtos com garantia, o desenvolvimento da qualidade do fornecedor se torna um esforço estratégico necessário e em longo prazo.

Conforme afirmam Robinson e Malhotra (2005) para passar pelo processo de migração da abordagem orientada ao resultado (produto) para a abordagem orientada ao comportamento (processo), envolve grandes mudanças, desde a coordenação e a integração dos processos de negócios, incluindo a medição, análise e melhoria da qualidade dos produtos, serviços e dos processos, trazendo a criação de valor e um maior grau de satisfação do cliente, com ações continuas que levam a criação de uma cultura de qualidade.

Por outro lado, independente da abordagem a ser adotada, existem desafios comuns entre elas e presentes em grande parte das organizações, dentre eles são consideráveis as deficiências na rede em relação ao compartilhamento de informações, incluindo atrasos, dados assíncronos entre as partes envolvidas, inúmeras abordagens de compartilhamento, irregularidade nos mecanismos de monitoramento, fatores humanos e a possibilidade de dados compartilhados serem adulterados ou ocultados (LI et al.; 2017).

2.1.2. COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES

A disponibilidade e a credibilidade das informações presente nos dois tipos de abordagem de qualidade da cadeia de abastecimento são importantes para compreender a capacidade do fornecedor e realizar o controle e o gerenciamento da qualidade (ZU; KAYNAK, 2012).

O maior investimento dos compradores em abordagens baseadas em comportamento tem como resultado a cooperação e a comunicação aberta entre as duas partes, como por exemplo, programas de desenvolvimento de fornecedores, incluindo treinamento para equipes. Essas são práticas que ajudam e trazem melhorias a capacidade de fornecer produtos e serviços de alta qualidade (ROBINSON; MALHOTRA, 2005).

Zu e Kaynak (2012) afirmam que quando não é possível ter acesso a informações sobre o desempenho e capacidade da qualidade do processo dos fornecedores, como seus procedimentos de controle de qualidade, seus programas de melhoria de qualidade, os resultados desses programas, ou quando os fornecedores a fornecem de maneira falsa ou ainda quando relutam por compartilhar seus dados internos, as empresas devem recorrer à abordagem de resultados para gerenciar a qualidade do fornecedor, baseada na inspeção de produtos. O resultado obtido nessa abordagem também deve ser compartilhado com os fornecedores, de forma a informa-los quanto às não conformidades encontradas e solicitação de ações corretivas.

Sendo assim, conforme afirmam Zu e Kaynak (2012) ao definir as empresas que irão atuar como fornecedores é importante avaliar o quanto estão dispostos a compartilhar seus dados internos de qualidade, pois além de serem mais confiáveis, as abordagens baseadas em comportamento, possuem mais clareza e as melhorias e também os desafios são mais facilmente percebidos quando os fornecedores são cooperativos.

Para realizar esse monitoramento e consequentemente a gestão da qualidade na cadeia de suprimentos, é fundamental que as organizações e seus fornecedores tenham uma maneira confiável de medir a qualidade dos produtos e serviços entregues aos clientes. Para isso, as empresas compradoras precisam definir quais os atributos de qualidade a serem monitorados através de indicadores e quais as métricas que serão utilizadas, além de informar os fornecedores quais são as características de qualidade que os compradores desejam e

qual o nível de qualidade é esperado, para que possam organizar e planejar sua produção (ZU; KAYNAK, 2012).

Em resumo, a qualidade do produto final de uma empresa é o resultado da qualidade de todos os produtos e serviços, sendo assim as empresas compradoras devem controlar com eficácia o desempenho da qualidade de toda a cadeia de suprimentos, levando em consideração os fatores contextuais de cada um dos fornecedores (ZU; KAYNAK, 2012).

Para a gestão da qualidade na cadeia de suprimentos o compartilhamento de informações é um fator crítico, pois é a partir da troca de informações que é feito o fortalecimento da rede, a gestão dos indicadores e consequentemente a obtenção da confiança nos processos, quando comparada à coleta de dados dentro de uma organização e a coleta de dados em um fornecedor, a segunda é mais difícil e também mais cara, especialmente quando não há acordo entre as organizações sobre o compartilhamento de informações relacionadas à qualidade (ZU; KAYNAK, 2012).

Desafios esses, que podem afetar a confiabilidade dos processos e a segurança, além de maior tempo para execução e processamento, o que segundo Chen et al. (2017) podem ser solucionados com o surgimento da tecnologia *Blockchain* e suas possibilidades inovadoras, como a aplicação dos *Smarts Contracts*.

A tecnologia *Blockchain*, sugerida por Chen et al. (2017), oferece soluções adequadas para suprir tais desafios, visto que as suas principais características elencadas por Formigoni Filho et al. (2017) são: operações seguras, descentralização do armazenamento de informações, integridade dos dados e imutabilidade das transações, tendo assim um registro único, imutável e que pode ser acessado apenas aos que tenham permissão.

2.2. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

A tecnologia *blockchain* surgiu, frente a um desafio de obter um eficiente sistema econômico, confiável e seguro para a condução e registro de transações financeiras. Assim, originou a primeira e mais conhecida criptomoeda, denominada *Bitcoin* e uma alternativa que trouxe visibilidade e transparência aos fluxos financeiros (AZIZI et al., 2016).

Formigoni Filho et al. (2017) definem a tecnologia *Blockchain* como um sistema distribuído de base de dados em *log*, mantido e gerenciado de forma compartilhada e

descentralizada, na qual todos os participantes da rede são responsáveis por armazenar e manter a base de dados, ou seja, uma vez validado um registro, este nunca mais poderá ser apagado e/ou modificado, podendo esses registros serem, desde uma transação monetária ou até mesmo um programa de computador, replicada em computadores que participam de uma rede de nós (*peers*), sendo que os membros participantes da rede podem ou não ser anônimos.

Com outras palavras, Braga (2017) afirma que a tecnologia *Blockchain* trata-se de uma base de dados distribuída, que possibilita o compartilhamento de dados pelos nós no qual cada nó, conforme o seu perfil de acesso, pode consultar e incluir informações em uma base de dados.

O primeiro artigo técnico publicado sobre o tema foi em 2008 de forma anônima por um pseudônimo de Stoshi Nakamoto, onde revelou os princípios de funcionamento da Bitcoin que acontece a partir de uma rede *peer-to-peer* (P2P), na qual possibilita o envio de pagamentos *online* de forma totalmente segura, sem o envolvimento de instituições financeiras (FORMIGONI FILHO et al., 2017).

A *blockchain* é mantida simultaneamente por todos os nós da rede P2P para armazenamento da base de dados original (*ledger*) (BRAGA, 2017).

A relação da tecnologia *blockchain* e da criptomoeda *Bitcoin* se dá por conta da plataforma tecnológica utilizada para o funcionamento da rede *Bitcoin*, primeira e mais conhecida das criptomoedas, e essa aplicação faz parte da primeira geração dessa tecnologia, denominada *Blockchain* 1.0 (FORMIGONI FILHO; et al., 2017).

Diferente das moedas tradicionais emitidas pelos bancos centrais, Bitcoins não possuem autoridade central, sendo essa habilitada por uma rede de computadores P2P composta por máquinas dos usuários, ou seja, acontece de forma descentralizada. Além disso, traz três vantagens: economia, pois elimina a necessidade de intermediários, eficiência, pois as informações são registradas e disponibilizadas instantaneamente à rede e também a segurança e proteção, pois o livro razão é a prova de violação (GUPTA, 2020).

A *blockchain* registra cada movimentação como uma transação, um conjunto dos fatos é chamado de “bloco” de dados, podendo incluir informações como: quem, o que, quando, onde, quanto e até mesmo a condição, como por exemplo, a temperatura. Todos os blocos estão conectados entre si, tornando uma cadeia de blocos (*blockchain*), dessa forma enquanto um ativo, que pode ser tangível (uma casa, um carro, dinheiro) ou intangível

(propriedade intelectual, patentes, marca), transita de um lugar para outro, os blocos vão se formando, tornando uma cadeia de dados irreversível e inviolável (IBM, 2021). Cada informação registrada nos blocos é única e possuem um código criptografado (*hash*), que é o identificado da transação (BRAGA, 2017).

Os usuários, também conhecidos como mineradores, não podem por si próprios, verificarem uma transação em que eles fizeram a ligação, ou o "nó", dentro do bloco, pois cada transação precisa ser aprovada pelos demais membros da rede (NAKAMOTO, 2018).

Em outras palavras, tudo o que acontece dentro da *blockchain* fica permanentemente protegido por tecnologias criptográficas de assinatura digital, considerando todas as operações e transações, de todos os emissores e receptores, sendo que qualquer inclusão de informação é necessária se ter o consenso de todos os envolvidos (FORMIGONI FILHO; et al., 2017).

Essa aprovação pelos usuários é o processo chamado de prova de trabalho (*Proof-of-work* – PoW), ou seja, um teste de esforço computacional, concebido por enigma matemático, originalmente planejada para desencorajar o *spam* de e-mails e validar transações (NAKAMOTO, 2018).

O consenso que ocorre dentro da rede de nós P2P é chamado de consenso distribuído, um termo da ciência da computação e um aspecto crítico dentro da *Blockchain*, o qual permite que um grupo decida em conjunto, mas não necessariamente unanime (conforme regra definida no sistema) de modo confiável, uma determinada tomada de decisão (BRAGA, 2017).

As rotinas criptográficas utilizadas nas soluções mais comuns são: as funções de resumo criptográfico usadas na geração dos endereços, que consistem de valores *hash* calculados a partir das chaves públicas e as de assinaturas digitais, utilizadas para garantir a autenticidade das transações (BRAGA, 2017).

A estrutura da tecnologia *blockchain* conforme afirmam Formigoni Filho et al. (2017) é constituída por quatro características principais, conforme Figura 4.

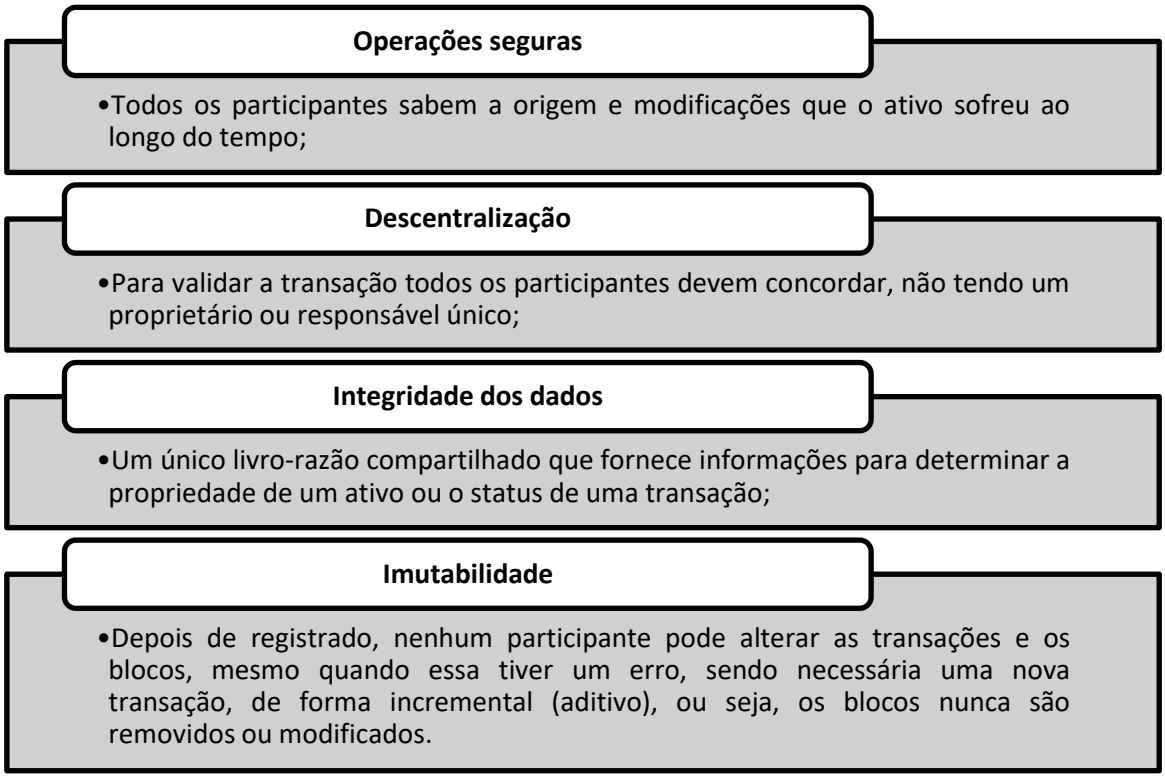


Figura 4 – Características principais do Blockchain

Fonte: Adaptado de Formigoni Filho et al. (2017)

As quatro características também podem ser usadas em vários outros tipos de aplicações, além das criptomoedas, tendo assim evoluído para plataformas que permitiram a inserção de transações mais complexas através dos contratos inteligentes (*smart contracts*).

Outra forma de utilização da tecnologia é a *Distributed Ledger Technology* (DLT), colocada por alguns especialistas como o próximo passo evolutivo da internet, sendo denominada Internet do Valor, na qual será possível fazer com que o dinheiro flua na rede tão livremente como os dados estão fluindo atualmente e fazendo parte da segunda geração da tecnologia, denominada *Blockchain* 2.0 (FORMIGONI FILHO; et al., 2017).

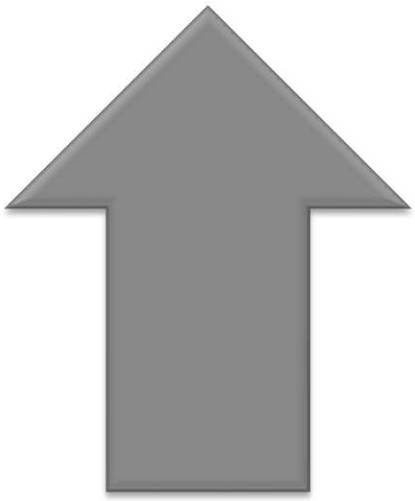
2.2.1. APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

As possibilidades de aplicação da tecnologia *Blockchain* são diversas e possibilitam aplicações avançadas desde o controle de imóveis até o controle das cadeias de produção desde que essas possuam diferentes atores envolvidos (FORMIGONI FILHO et al., 2017).

As operações que ocorrem dentro das empresas estão sujeitas a inúmeras variações, pois muitas vezes desperdiçam esforço na manutenção de registros duplicados e nas

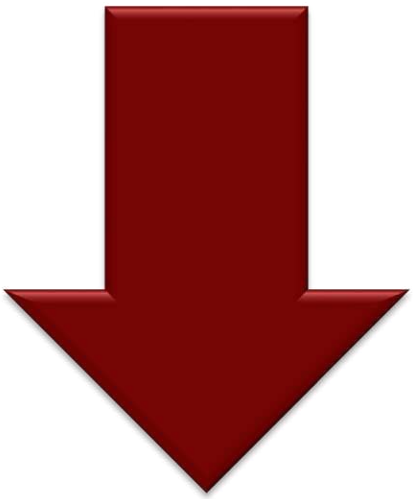
validações de terceiros, além desses serem vulneráveis a fraudes, ataques cibernéticos e demandarem um tempo maior para a verificação dos dados, o que pode gerar atrasos levando em consideração o grande número de informações e transações, sendo o *blockchain* uma solução para eliminar essas possíveis variações (IBM, 2021).

Porém, conforme levantamento na literatura existente realizado pelos autores Li J. et al (2020) além das diversas vantagens em utilizar a tecnologia *blockchain* nas empresas, existem também desvantagens, conforme Figura 5.



Vantagens:

- a confiança entre pares;
- a segurança e a transparência garantidas nas transações;
- avaliação precisa de crédito por pares na gestão da cadeia de suprimentos;
- a eficiência é aumentada em termos de tempo e custos nas transações;
- o controle de qualidade é aprimorado;
- o processo industrial é otimizado;
- os custos operacionais são reduzidos;
- eficaz para o rastreamento de origem; e
- compartilhamento de informações em tempo real.



Desvantagens:

- a limitação na capacidade de armazenamento;
- custos de instalação potencialmente alto;
- restrição por regulamentos administrativos em alguns países ou áreas;
- problemas de taxas de transferência existentes;
- dificuldade com habilidades em relação a implantação dentro de algumas organizações;
- problemas de operabilidade para troca de dados;
- segurança dos sensores não é garantia; e
- a ameaça existente quanto a integridade da computação quântica que pode vir a tornar as proteções inadequadas.

Figura 5 - Vantagens e desvantagens da implementação do *blockchain* nas empresas

Fonte: adaptado de Li J. et al (2020, pág 11 e 12),

Por outro lado, os autores Choi et al. (2019) realizam uma análise de como a tecnologia *blockchain* pode ser aplicada para facilitar a implementação de métodos de

análise e gestão de riscos para as operações da cadeia de abastecimento global e destacam as seguintes formas de aplicação da *blockchain*:

a) contratos inteligentes:
b) autenticação e certificações de produto:
c) compras éticas e transparentes na cadeia de suprimentos:
d) luta contra a falsificação:
e) gerenciamento do ciclo de vida do produto e;
f) divulgação de informações do produto.

A aplicação *blockchain* é classificada por Braga (2017) em três aspectos relacionados: as camadas tecnológicas fundamentais, a arquitetura em módulos da aplicação e os contratos inteligentes, conforme Figura 6, as quais são explicadas e detalhadas a seguir.

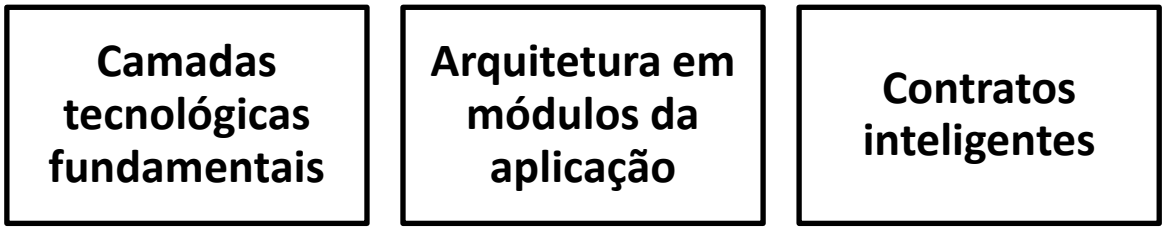


Figura 6 – Classificação da aplicação da tecnologia *Blockchain*
Fonte: Adaptado de Braga (2017, s.p.)

2.2.2. CAMADAS TECNOLÓGICAS FUNDAMENTAIS

As camadas tecnológicas fundamentais para a aplicação *Blockchain*, conforme definido por Braga (2017), são:

a) **Camada do sistema distribuído**: consiste na infraestrutura fundamental, responsável pela implementação do conceito de DLT e as funcionalidades que serão aplicáveis a utilização, tais como métodos de consenso, armazenamento da *ledger* e protocolos de comunicação ponto a ponto.
b) **Camada da plataforma:** consiste nos *softwares* e as plataformas que conduzem as transalções, os serviços de apoio e infraestrutura, que viabilizam o

desenvolvimento de aplicações robustas e seguras, de acordo com o nicho de aplicações preferencial da aplicação e do *Blockchain*.

c) **Camada de aplicação:** consiste na lógica de negócios da aplicação, nos contratos inteligentes, nos programas de computador que viabilizam a implementação, dentro de cada um dos nós da rede P2P.

2.2.3. ARQUITETURA EM MÓDULOS DA APLICAÇÃO

A arquitetura em módulos da aplicação, trás a definição da plataforma de desenvolvimento e considera os aspectos relacionados à aplicação, tendo como principais plataformas disponíveis no mercado atual as seguintes: Bitcoin, Ethereum, Hyperledger e Ripple (FORMIGONI FILHO; et al.; 2017).

- ***Bitcoin***: plataforma que deu origem as demais, a partir da publicação do artigo de Satoshi Nakamoto (2008), possui seu código disponibilizado de forma publica para qualquer desenvolvedor revisá-lo ou fazer a sua própria versão modificada do software Bitcoin;
- ***Ethereum*:** considerada uma evolução da plataforma *Bitcoin*, possui o seu funcionamento disponibilizado no *withepaper* denominado "*A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*" e que suporta contratos inteligentes escritos em linguagem de programação como Solidity e Serpent (derivações do Python), sendo essa a plataforma mais utilizada atualmente nos projetos pilotos;
- ***Hyperledger*:** com um foco empresarial e para diferentes aplicações, podem ser escritos em linguagem de programação de uso geral como Go e Java;
- ***Ripple*:** com foco no mercado financeiro, essa plataforma desenvolve soluções utilizando tecnologia *blockchain* para suportar pagamentos entre diferentes *ledgers* de uma rede global.

As aplicações *blockchain* possuem uma arquitetura de *software* com cinco módulos conforme definição utilizada por Braga (2017):

- cliente ou *front-end* de usuário final, geramente associado a aplicativos móveis;
- aplicação servidora com regras de negócio e dados armazenados fora da *blockchain,* por meio de plataformas de *software* tradicionais e bases de dados comuns;
- camada (API) de integração entre a aplicação servidora e a aplicação *blockchain*;
- aplicação *blockchain* que manipula a *ledger* distribuída; e
- contratos inteligentes como programas de computador implantados e executados em cada um dos nós da rede *blockchain*.

Em relação à plataforma, é possível encontrar modelos de aplicação de Contratos Inteligentes nessas plataformas, como por exemplo, o *Chaincode* da plataforma Hyperledger, escrito na linguagem Go e o Contract da Ethereum Virtual Machine (EVM), escrito na linguagem Solidity (BRAGA, 2017).

2.2.4. CONTRATOS INTELIGENTES

O termo Contrato Inteligente (*Smart Contracts*) trata-se do uso de um programa de computador baseado na tecnologia *blockchain* para dar suporte para a automatização e execução de acordos contratuais, eliminando a necessidade de intermediários ou terceiros no processo de contratação (CHOI et al., 2019).

Aplicações baseadas em contratos inteligentes são chamadas *Decentralized Applications* ou *Dapps* (FORMIGONI FILHO et al., 2017).

Como exemplo dessa aplicação, Gupta (2020) apresenta a forma com que acontecem as relações do sistema de suporte atual para aluguel de carros, no qual embora as cadeias de suprimentos sejam integradas, o sistema de suporte costuma ser fragmentado, sendo cada etapa do sistema responsável por administrar as informações e essas serem repassadas a um agente regulador, para que então seja possível a criação de uma única base de dados ou um único livro razão (Figura 7).

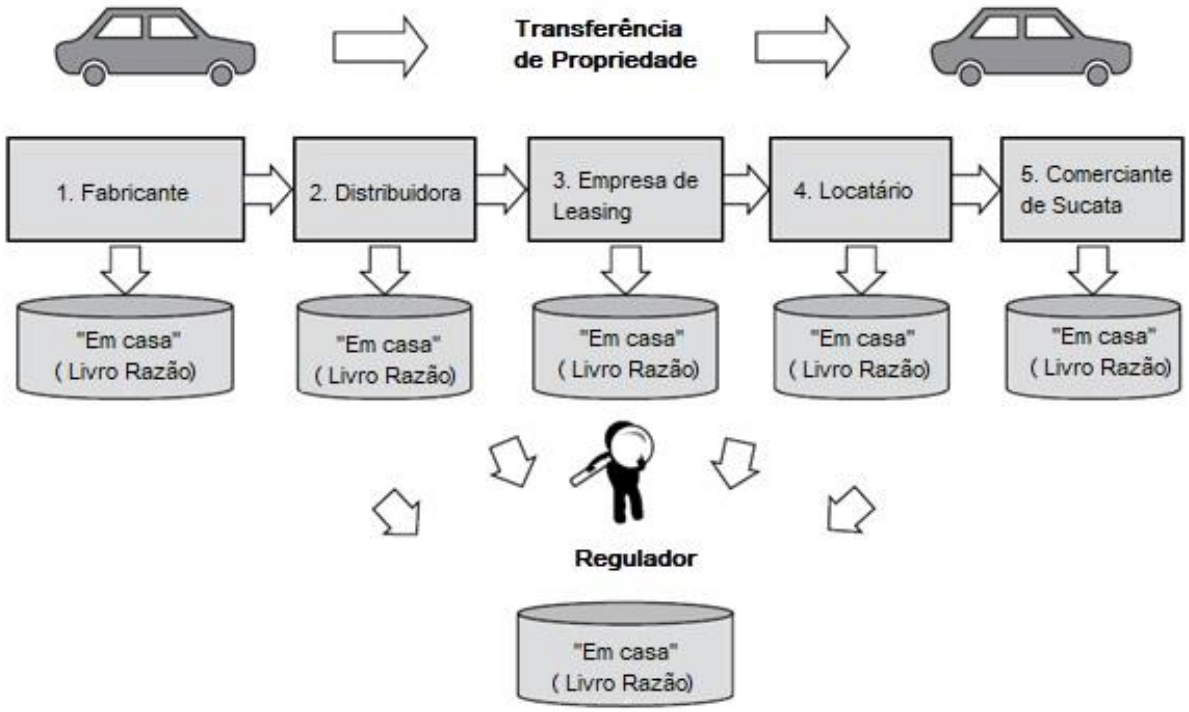


Figura 7 - Rastreamento de transferência de veículo sem *blockchain*

Fonte: Adaptado de Gupta (2020, p. 8)

Diante desse cenário e das possibilidades de utilização da tecnologia *Blockchain*, Gupta (2020) propõe trazer a cada participante a possibilidade de interagir, monitorar e analisar as informações do carro, independente de onde ele esteja em seu ciclo de vida, desde a sua fabricação até o descarte, exemplo esse apresentado no mesmo sistema, porém com a aplicação da tecnologia *blockchain* os registros dos dados são permanentes, pois não podem ser apagados ou alterados (Figura 8).

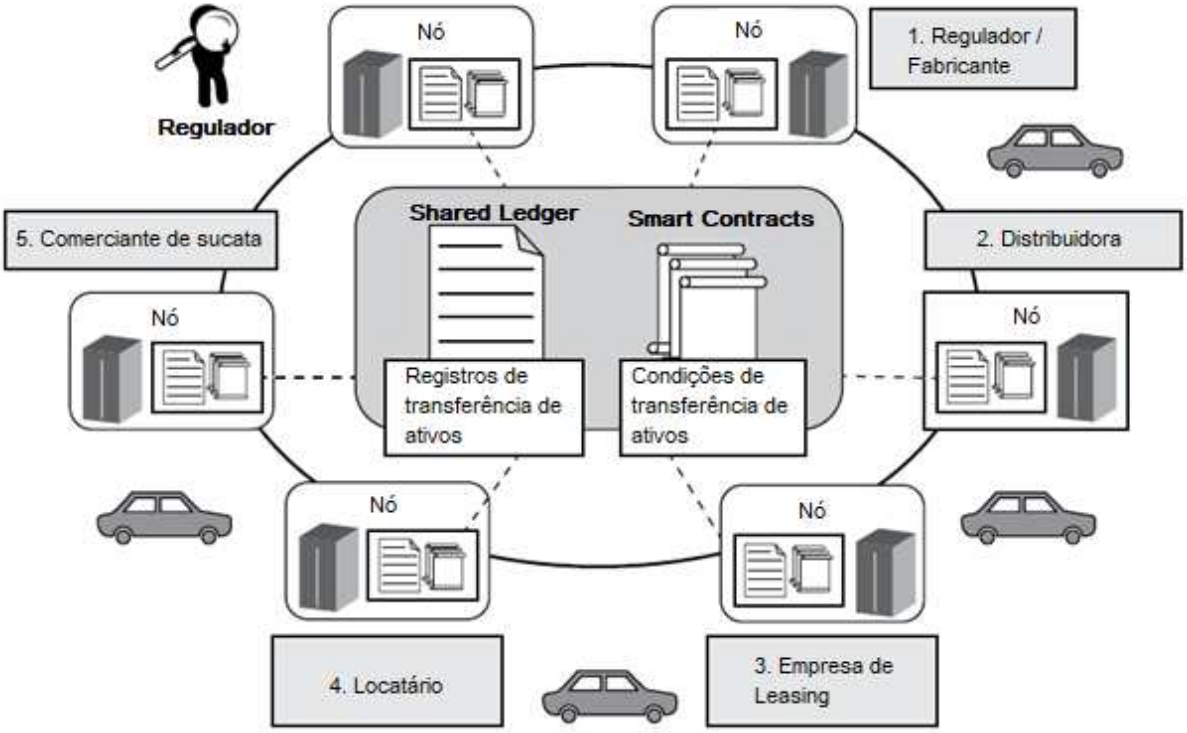


Figura 8 - Rastreamento de transferência de veículo com *blockchain*

Fonte: Adaptado de Gupta (2020, p. 8)

Obtendo assim diversas vantagens em relação aos modelos convencionais aplicados nas organizações atualmente, dentre esses a economia de tempo, minimização de custos para todos os envolvidos, redução de riscos e também o aumento da confiança nas relações dentro da Cadeia de Suprimentos.

Em resumo, foi identificado que existem diversos desafios na Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos tais como: confiança nas informações, agilidade na coleta de dados e rastreabilidade, o que pode impactar diretamente na satisfação dos clientes e na confiabilidade dos processos. Por outro lado, foi apresentada também a tecnologia *Blockchain* e suas soluções que propõe operações seguras, descentralização no armazenamento das informações, integridade e imutabilidade dos dados.

Dessa forma, os termos a serem utilizados na Revisão Sistemática da Literatura, deverão unir esses dois tópicos apresentados: Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos (2.1) e a tecnologia Blockchain (2.2).

3. MÉTODOS

Para atingir aos objetivos específicos propostos no trabalho de analisar os principais benefícios da aplicação da tecnologia blockchain na GQCS e de levantar boas práticas empresariais da aplicação da tecnologia blockchain na GQCS, foi realizada a análise do método mais adequado de pesquisa.

Conforme Magalhães e Souza (2012) o método de pesquisa é definido pela organização racional da investigação e está relacionada à lógica interna, as etapas e as formas pelas quais os métodos serão percorridos para a obtenção do conhecimento desejado.

O método ou a teoria da abordagem consiste em uma série de regras com a finalidade de resolver determinado problema ou explicar um fato utilizando de hipóteses ou teorias que devem ser testadas, de forma experimental, e por fim comprovadas ou negadas (LAKATOS; MARCONI, 2017).

Nesse trabalho, a classificação da pesquisa seguiu as definições de Gil (2017). Quanto à área de conhecimento e finalidade, essas se enquadram na área de Engenharias, pois irá reunir informações com o propósito de preencher uma lacuna de conhecimento, apesar dessas contribuições também serem possíveis de serem aplicadas na solução de problemas na prática. Quanto aos própositos mais gerais, sua classificação é de pesquisa exploratória, pois tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com a situação problema e construir soluções e hipóteses. Quanto à classificação do método empregado para obtenção dos dados, esse foi dado a partir de uma pesquisa bibliográfica, qualitativa, não experimental, utilizando da revisão da literatura tradicional e também da revisão sistemática da literatura. A Figura 9 ilustra de maneira esquemática a classificação do método de pesquisa desse trabalho.

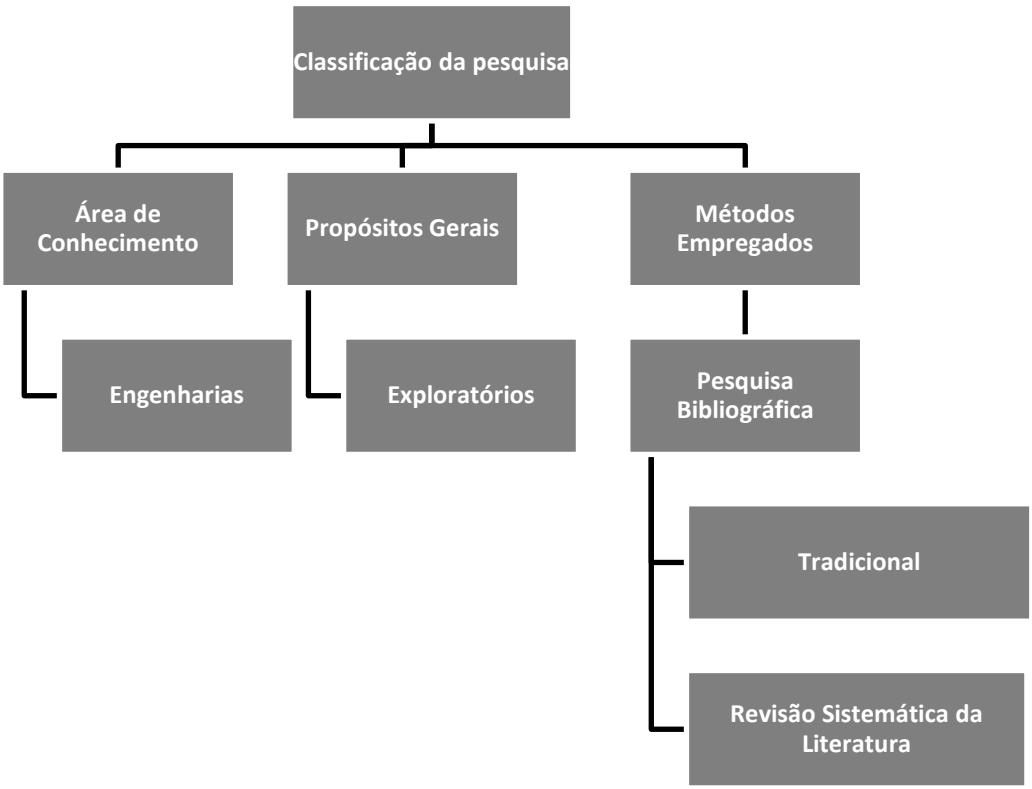


Figura 9 - Classificação da Pesquisa

Fonte: Autoria própria (2022)

Foi utilizada primeiramente como método a revisão da literatura tradicional, com o intuito de entender a definição e os conceitos acerca da "tecnologia *Blockchain"* e da "Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos", além da integração de ambas as definições e conceitos. Em seguida, foi realizada a revisão sistemática da literatura (RSL), a fim de buscar métodos, modelos e boas práticas existentes para analisar a aplicabilidade da tecnologia *Blockchain* e da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, que culminaram no desenvolvimento de um modelo conceitual, como proposto no objetivo específico deste estudo, o que representará de forma mais concreta e específica a construção da proposta.

Na primeira etapa do trabalho, foi realizada uma revisão tradicional da literatura, a qual compõe a Fundamentação Teórica, apresentada no Capítulo 1 desse trabalho e foi feita acerca dos conceitos de:

a) Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos (2.1): explanando sua abrangência e relevância para as organizações;

b) *Blockchain* (3.2): destacando as origens, aplicações e potencialidades desta tecnologia;

3.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Para identificação da integração das aplicações da Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos com a tecnologia *Blockchain* e atingir aos objetivos propostos, foi realizada a revisão da literatura baseada em uma abordagem sistemática, pois segundo Webster e Watson (2002), uma revisão de literatura relevante é uma característica essencial para qualquer projeto acadêmica e quando realizada de forma eficaz, traz diversos benefícios ao trabalho, pois se cria uma base sólida para o avanço do conhecimento, facilita o desenvolvimento da teoria e identifica lacunas de pesquisa.

O método utilizado nessa pesquisa tem como intuito proporcionar dados para a análise da aplicabilidade da tecnologia *blockchain* na Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos, de forma clara e com os resultados tangíveis, a partir dos termos "Gestão da qualidade da cadeia de suprimentos" e "*blockchain"*. Para tal, foram utilizados os seguintes passos de Revisão Sistemática sugerida por GUPTA et al. (2018), conforme Figura 10.

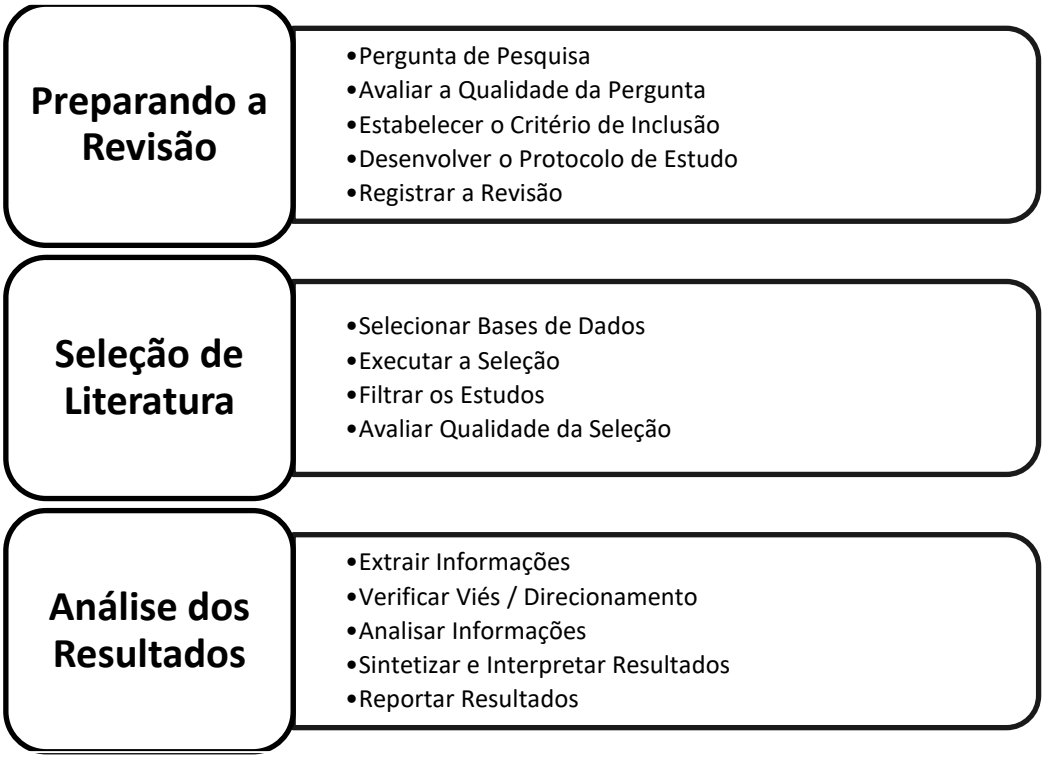


Figura 10 - Passos adotados para a Revisão Sistemática da Literatura

Fonte: adaptado de Gupta et al. (2018, s.p.)

3.1.1. PREPARANDO A REVISÃO

A primeira etapa, também considerada por Gupta et al. (2018) como a mais crítica, é onde é definida a pergunta de pesquisa, na qual será o foco da ação e do desenvolvimento da hipótese que será trabalhada no estudo, dessa forma é possível delimitar o âmbito da revisão sistemática e também definir a população ou problema, pelos quais os resultados serão aplicados.

Os autores Gupta et a. (2018) também indicam a utilização de algumas ferramentas para auxiliar na definição da pergunta de pesquisa, como o modelo de Problema, Intervenção a ser utilizada, Comparação, Resultados esperados e Tipos de Estudos a serem considerados. Após a definição da questão, a mesma deve ser avaliada em relação ao cumprimento e inclusão desses tópicos.

O critério de inclusão deve ser claro e objetivo, incluindo o tipo de documento, faixa etárias e outros fatores relevantes para a pesquisa, podendo dessa forma serem incluídos ou excluídos documentos, para que em seguida seja desenvolvido o protocolo a ser seguido, afim de evitar a duplicação de estudos e assim possa ser registrado a revisão (GUPTA et al., 2018).

3.1.2. SELEÇÃO DE LITERATURA

Após as estapas iniciais de estruturação e preparação da pesquisa, é iniciada a seleção da literatura. Segundo os autores Gupta et al. (2018), atualmente essa fase tem sido mais comum de ser realizada em base de dados *online*, ao invés de literatura impressa ou livros. Porém, após serem definidas as bases de dados e serem executadas as buscas eletrônicas, uma pesquisa manual de artigos de referência deve ser conduzida para identificar alguns artigos que podem ter sido perdidos inicialmente.

Com a obtenção do resultado, deverá ser analisada a necessidade de inclusão de filtros metodológicos adicionais para maior precisão da pesquisa, tanto para limitar quanto para ampliar os resultados, como por exemplo “e” e “ou”, sendo que todos esses resultados devem ser arquivados localmente pelos autores em um banco de dados ou utilizando *softwares* de gerenciamento de referências, os quais armazenam os resumos e manuscritos completos, então, é necessário confirmar a qualidade e abrangência da seleção realizada,

podendo essa ser feita por pares, por bibliotecário ou até mesmo por um especialista em informação, sendo importante nessa etapa obter a validação das pesquisas realizadas (GUPTA et al., 2018).

3.1.3. ANÁLISE DE DADOS

Depois da seleção e realização da pesquisa bibliográfica, a próxima etapa é a análise dos dados e extração das informações de interesse de cada um dos documentos selecionados, sendo essa etapa a mais trabalhosa e demorada da revisão sistemática. Então, é importante avaliar a qualidade dos resultados e o risco de viés e aplicabilidade (GUPTA et al., 2018).

Para Gupta et al. (2018) a análise dos dados deve ser realizada utilizando dados estatísticos e técnicas robustas, sendo importante também realizar um resumo dos principais resultados, geralmente em tabelas, contendo informações como: nome do primeiro autor, características do estudo, o ano, departamento que foi realizada, modalidade utilizada, pontos fortes e fracos, as consequências da revisão, a aplicabilidade das descobertas, as implicações para a prática, as implicações para a pesquisa.

Entretanto, Gupta et. Al (2018) também alertam para algumas armadilhas na realização desses, como base o cenário em que eles realizaram seus estudos, dentre essas está: 1) falha na identificação da relevância da pergunta de pesquisa, 2) falha em relatar completamente os métodos utilizados na revisão sistemática, 3) não conseguir realizar uma pesquisa abrangente da literatura, 4) não realizar a avaliação de qualidade dos tópicos do estudo e 5) falha no teste de heterogeneirdade do estudo e na verificação do viés de aplicação.

3.2. DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO CONCEITUAL

Após o desenvolvimento da teoria, inicia-se o processo de análise dos resultados e consequentemente geração de conhecimento. Esse processo inicia com as fases anteriores já identificadas, nas quais as constatações presentes na literatura acadêmica serão levantadas e é firmado com o desenvolvimento de um modelo conceitual, bem como hipóteses a serem validadas (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JÚNIOR, 2015).

O modelo conceitual possibilita a representação mais concreta e específica da proposta apresentada.

Dessa forma, no capítulo seguinte foram aplicados cada um dos passos da revisão sistemática da literatura, incluindo a realização da análise e discussão dos resultados obtidos, em seguida o desenvolvimento de um modelo conceitual.

4.DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

4.1. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Conforme apresentado no capítulo anterior, é importante o cumprimento dos passos estabelecidos no método a ser utilizado, assim serão apresentadas as etapa do desesenvolvimento e os resultados obtidos com a Revisão Sistemática da Literatura.

4.1.1. PREPARANDO A REVISÃO

a) **Pergunta de Pesquisa:** Como a tecnologia *blockchain* pode ser aplicada a gestão da qualidade na cadeia de suprimentos?

b) **Avaliar a Qualidade da Pergunta**: a área da Gestão da Qualidade e suas aplicações estão em constante evolução e melhoria, dessa forma a pergunta de pesquisa questiona objetivamente como uma das principais e mais comentadas tecnologias (*blockchain*) atuais poderia ser empregada na aplicação da Gestão da Qualidade dentro da Cadeia de Suprimentos. Assim, avalia-se como uma pergunta válida, pois conforme GIL (2017) essa contempla as regras práticas para formulação de pesquisa: problema claro e preciso, empírico, suscetível de solução e delimitado a uma dimensão variável.

c) **Estabelecer o Critério de Inclusão:** A definição dos critérios levou em conta o tipo de documento, idioma, palavras-chave e também o período das publicações, considerando o primeiro ano em que o termo foi encontrado até as publicações mais atuais, conforme Quadro 1, tendo como primícia a pergunta de pesquisa.

Quadro 1 – Filtros a serem utilizados

Tipo de documento:	Artigos acadêmicos (periódicos, congressos e teses)
Idioma:	Português e Inglês
Palavras-Chaves:	"Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos" ou " Supply Chain Quality Management" e "*Blockchain*
Período:	2005 a 2022

Fonte: Autoria própria (2022)

d) Desenvolver o Protocolo de Estudo: considerando a pergunta de pesquisa e os objetivos específicos, foi realizada inicialmente a pesquisa sobre o tema principal utilizando da palavra-chave: "Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos" (Português e Inglês) a fim de levantar quais são os principais problemas e oportunidades, em seguida foram combinados esses resultados com o termo "*Blockchain*", para identificar estudos e/ou aplicações dessa tecnologia na área de GQCS. Os dados extraídos dessa pesquisa foram contemplados em um banco de dados a partir do Software ZOTERO.

e) Registrar a Revisão: A revisão aconteceu no mês de JANEIRO de 2022 e foi registrada, utilizando o Software ZOTERO e os resultados foram registrados e analisados conforme dados apresentados a seguir.

4.1.2. SELEÇÃO DE LITERATURA

a) **Selecionar Bases de Dados:** para esse trabalho foram consultadas três bases de dados renomadas: Periódico Capes, Scopus e Web of Science, pois possuem além de resumos e citações de literatura revisada por pares, ferramentas bibliométricas que possibilitam acompanhar, analisar e visualizar os resultados obtidos. Após pesquisa das palavras chave e aplicação dos filtros, foram obtidas as seguintes quantidades, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Número de artigos e testes por base de dados

Palavras-Chaves	***Periódico Capes***	***Scopus***	***Web of Science***	***Total***
"Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos"	3	0	0	3
"Supply Chain Quality Management"	328	10	84	422
"Supply Chain Quality Management" e "Blockchain"	17	0	02	19
			TOTAL	444

Fonte: Autoria própria (2022)

b) **Executar a Seleção:** Todos os artigos (444 artigos) foram avaliados individualmente a fim de garantir que os assuntos tratados estivessem relacionados aos temas em estudo.

c) **Filtrar os Estudos:** Os filtros utilizados foram aplicados diretamente no site de pesquisa antes do *download* dos arquivos, conforme critérios estabelecidos no Quadro 1.

d) **Avaliar Qualidade da Seleção:** Foram desconsiderados os artigos que correlacionavam os dois temas "Gestão da Qualidade" e "Cadeia de Suprimentos" (Português e Inglês) apenas nas citações e não como um termo único "Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos" e assim os demais foram selecionados separadamente e agrupados em uma única base de dados consolidada para análise bibliométrica, utilizando como suporte o *Software* Zotero.

4.1.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Apesar da utilização dos termos entre aspas conforme indicações dos manuais de utilização das bases de dados, na base Periódico Capes ainda tiveram retornos considerando

as palavras individuais. Dessa forma, a base que obteve os resultados mais fiéis ao que se buscava foi a Web of Science.

Os dados dos 84 artigos encontrados na base Web of Science com o termo “Supply Chain Quality Management” foram baixados para análise gráfica utilizando o software VOSVIEWER, conforme Figura 11, na qual pode-se observar as relações existentes do principal termo de estudo Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos (*Supply Chain Quality Management*), destacando entre elas: problemas (*problems*), impactos (*impacts*), relationship (*relacionamento*) e fornecedores (*supplier*).

A partir dos dados extraídos na Base Web of Science, foi possível notar um aumento significativo no número de publicações relacionadas ao tema “*Supply Chain Quality Management*” nos últimos 05 anos, sendo que esses foram responsáveis por 53,6% dos artigos publicados responsáveis, conforme Tabela 2. Outro fator identificado foi a predominância de um país de origem na aplicação dos artigos com esse tema, sendo esse de maioria Chinesa, cerca de 45,2%.

Tabela 2 *– Trabalhos publicados sobre Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos*

Ano de Publicação	*Total de Trabalhos*
2021	11
2020	10
2019	8
2018	8
2017	8
2005 a 2016	26

Fonte: Autoria própria (2022)

Apesar da pesquisa também contemplar artigos mais antigos de até 15 anos de publicação, essa também apresenta artigos recentes e mesmo assim, é possível identificar a ausência de termos, quando mostrados os mais relevantes e com maior incidência, bastante tratados na atualidade como: *Blockchain*, Contrato Inteligente, IoT (*Internet of Things*) e outros termos relacionados a Indústria 4.0.

Em relação ao termo “Supply Chain Quality Management” e “*Blockchain*” o primeiro artigo sobre o tema com o título “A *Blockchain*-based Supply Chain Quality Management” foi

publicado em 2017 na China e somente em 2019 tiveram novas publicações sobre o tema, demonstrando assim a atualidade do tema e necessidade de maiores estudos.

Em continuidade a Revisão Sistemática da Literatura foi realizado o último passo, que é a Análise de Resultados, contemplando as seguintes fases, conforme Figura 11.

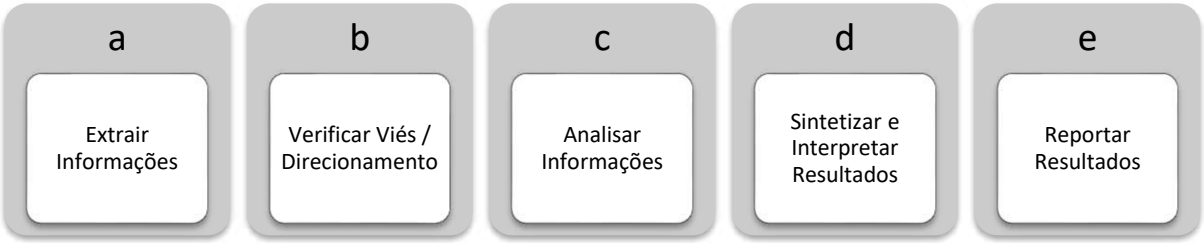


Figura 11 - Fases da análise dos resultados

Fonte: Autoria própria (2022)

a) **Extrair Informações:** Os artigos foram analisados individualmente e os resultados serão apresentados a seguir.

b) **Verificar Viés / Direcionamento:** Não foi identificado viés e / ou direcionamentos nos artigos encontrados.

c) **Analisar Informações:** Depois de identificado o termo “Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos” (inglês e português), realizou-se a leitura do resumo de cada artigo, para identificar se esse traria informações relevantes aos objetivos desse trabalho, ou seja, se possuem termos, aplicações e resultados relacionados à pergunta de pesquisa. Em seguida, os artigos identificados como relevantes foram analisados na integra e suas contribuições serão apresentadas a seguir.

d) **Sintetizar e Interpretar Resultados:** Os principais artigos que contribuíram para os objetivos desse trabalho foram relacionados em um quadro contemplando as seguintes informações: ano, nome do primeiro autor, escopo, título, principais resultados e práticas identificadas para o atendimento à pergunta de pesquisa, apresentado no Quadro 2.

Os artigos apresentados nesse quadro evidenciaram a existência de outros estudos que propuseram a utilização da tecnologia *Blockchain* em atividades relacionadas a GQCS como: a obtenção de dados relacionados a erros de produtos, processos, produção, processamento e distribuição (auxílio de sensores *IoT*), monitoramento da qualidade e cumprimento de regras e padrões estabelecidos, acesso a *feedbacks*, rastreabilidade (*Trace Token*). Entretanto, é importante ressaltar que em todos esses estudos as práticas são apenas propostas, sem resultados de aplicações da tecnologia *Blockchain*.

Dentre esses, destacam-se os artigos de Chen et al. (2017) e o de Li J. (2020), os quais aprofundaram seus estudos nas análises detalhadas das atividades da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, objeto de estudo desse trabalho.

Quadro 2 - Análise dos artigos selecionados

Ano	Nome do Primeiro Autor	Áreas aplicadas	Título	Principais Resultados	Práticas identificadas (GQCS + *Blockchain*)
2017	Si Chen	Ciência da Computação	*A Blockchain-based Supply Chain Quality Management Framework*	Proposta de uma estrutura de gestão da qualidade da cadeia de suprimentos, baseada na tecnologia *blockchain*.	- Utilização de Sensores IoT para obtenção de dados relacionados a erros de produtos e processos de forma imediata. - Utilização de Contratos Inteligentes para monitorar a Qualidade e cumprimento de regras e padrões estabelecidos. - Acesso a análise e *feedbacks* dos clientes em relação aos produtos.
2018	M. Niranjanamurthy	Informática	*Analysis of Blockchain technology: pros, cons and SWOT*	Discutissão sobre o que é *Blockchain*, aliados a análise SWOT de BC e suas vantagens e desvantagens.	- Práticas para obtenção de análise de contextos internos e externos.
2019	Yingli Wang	Cadeia de Suprimentos Global	*Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda*	Estudo do estado atual da difusão do *blockchain* dentro das cadeias de abastecimento.	- Práticas e políticas para a implementação do *blockchain* na gestão da cadeia de suprimentos, incluindo tópicos como rastreabilidade (*Trace Token*).
2019	Kenneth W. Green	Cadeia de Suprimentos Global	*Comprehensive supply chain management model*	Proposta de modelo abrangente de operações e SCM e é avaliado empiricamente, utilizando de seis práticas: JIT, TQM, SCM, AP e GSCMPs se combinam para afetar positivamente o desempenho organizacional.	- Gestão da Cadeia, Produção Ágil e Práticas Verdes na Gestão da Cadeia de Suprimentos - Em relação ao *Blockchain*, o artigo apenas o aponta como pesquisas futuras.
2020	Jinying Li	Comunicações sem fio e computação móvel	*Blockchain for supply chain quality management: challen ges and opportunities in context of open manufacturing and industrial internet of things*	Proposta de uma aplicação de *blockchain* no SCQM com análise detalhada de sua viabilidade técnica e os métodos detransição entre as abordagens atuais para uma plataforma orientada a *blockchain*.	- Qualificação de fornecedor; - Gestão da qualidade diária; - Avaliação/monitoramento do fornecedor;
2020	Joash Mageto	Transporte / Cadeia de Suprimentos Global	*Skills frameworks: A focus on supply chains*	Identificação das habilidades da Cadeia de Suprimentos descritas na literatura e proposta de estrutura para orientar profissionais e acadêmicos.	- Habilidades necessárias para aplicação da tecnologia *blockchain*;
2021	Bartosz Jachimczyk	Abastecimento de Latícinio	*IoT-based Dairy Supply Chain - Na Ontological Approach*	Proposta de um modelo de Cadeia de Abastecimento de Laticínio baseado em IoT compreendendo quatro etapas da cadeia	- Utilização de IoT para obtenção de dados relacionados a produção, processamento e distribuição. - Em relação a *Blockchain* o artigo apenas o aponta como importante tecnologia.

Fonte: Autoria Própria (2022) com base na Revisão Sistemática da Literatura

e) **Reportar Resultados:** de forma objetiva a fim de responder a pergunta de pesquisa, considerando os dados coletados na revisão da literatura, na revisão sistemática da literatura e vivências corporativas, no item 3.2 desse trabalho é realizada a avaliação das formas de implementação da tecnologia *blockchain* com o objetivo de trazer befenefícios à GQCS, considerando as práticas identificadas no Quadro 2.

4.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção são analisadas as possibilidades de aplicação da tecnologia *Blockchain* na Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, as possíveis fases de aplicação, bem como as lacunas identificadas na literatura.

4.2.1. TECNOLOGIA BLOCKCHAIN APLICADA NA GESTÃO DA QUALIDADE NA CADEIA DE SUPRIMENTOS

As possibilidades de aplicação da tecnologia Blockchain na cadeia de suprimentos indicam muitos benefícios, como a confiabilidade, transparência, rastreabilidade e segurança das informações e consequentemente na Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos.

Pois, quando se trata de gestão da qualidade na cadeia de suprimento, os mecanismos tradicionais de GQCS utilizados pelas empresas ainda carregam desafios, como o compartilhamento de informações podem ser solucionados através do uso de tecnologias como o *Blockchain* e Contratos Inteligentes, pois possibilita a melhoria de questões de desconfiança com base em informações inalteradas e rastreamento de registros, por meios de normas e acordos padronizados, o que gera para as empresas que o adotam maior eficiência e lucro em seus processos (CHEN et al. 2017).

No artigo de Li et al. (2017) é apresentada a utilização da *blockchain* e da IoT (*Intenert of Things* ou Internet das Coisas) em um modelo de OP (*Open Manufacturing* ou Manufatura Aberta), no qual existe o compartilhamento de informações e uma abordagem que garante a transparência na criação de conteúdo, conforme Figura 12.

Nesse modelo é apontado o cenário após o aprimoramento de um processo com a implantação das tecnologias (IoT + *Blockchain*), no qual os dados não podem ser adulterados e o monitoramento da cadeia se torna regular e em tempo real.

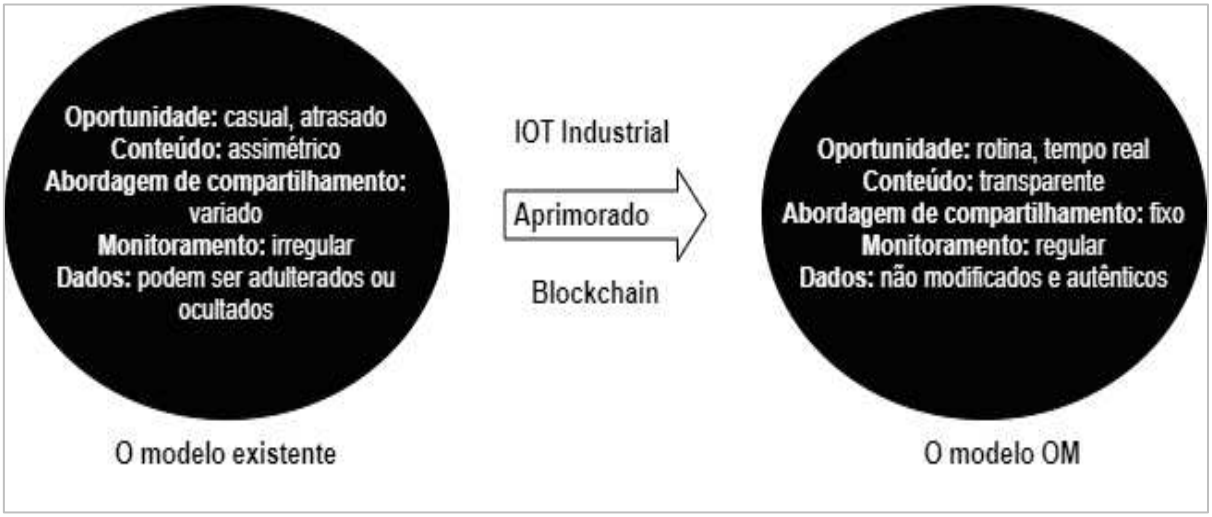


Figura 12 - A atualização do modelo de compartilhamento de informações e comunicação na manufatura aberta

Fonte: adaptado de Li J. et. al. (2020, p. 3)

Para a obter os dados de forma rápida e confiável é proposta a utilização da tecnologia *Blockchain* como um livro razão o qual pode manter registros permanentes de dados (como decisões, processos e transações), obtendo assim diversas vantagens em relação aos modelos tradicionais aplicados nas organizações atualmente, dentre esses a economia de tempo, minimização de custos para todos os envolvidos, redução de riscos e também o aumento da confiança nas relações (FORMIGONI FILHO; et al., 2017).

Os potenciais benefícios que o modelo GQCS utilizando a tecnologia *Blockchain* listado por Li et al. (2017) traz, são:

- a resolução de problemas de qualidade para tornar o controle de qualidade da cadeia de suprimentos mais fácil e eficaz;
- a proteção de dados, para que esses não sejam adulterados artificialmente, monitorando o status de produção do fornecedor e;
- o acesso aos dados de controle de qualidade do fornecedor em tempo real.

Outra importante aplicação da *Blockchain* na Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos, está no uso do mesmo para a rastreabilidade do produto ao longo da cadeia, a partir de arquiteturas RFID (*Radio Frequency Identification* ou Identificação por Rádio Frequência), sendo a rastreabilidade uma diretriz da Gestão da Qualidade definidos pela ISO 9001:2015.

Conforme afirmam Figorilli et. al. (2018), o registro das informações gerados no RFID dentro da *Blockchain*, permite que todas as etapas de fabricação sejam registradas, desde a obtenção da matéria-prima até o consumidor final, de forma segura e descentralizada, assim, qualquer usuário pode consultar as informações do produto, instantaneamente.

A contribuição do trabalho baseia-se na análise das possibilidades de aplicação da tecnologia *blockchain* na Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos e também identificar as boas práticas existentes, tal como as lacunas de pesquisa, incluindo o mapeamento das principais desafios da GQCS identificadas na revisão da literatura tradicional (Capítulo 2.1) e a proposta de usar a arquitetura baseada na tecnologia *blockchain* (Capítulo 2.2) para minimizar o impacto dessas dificuldades, bem como as etapas necessárias para implementar a *blockchain* do ponto de vista gerencial na GQCS, por meio de dados extraídos da revisão sistemática da literatura.

Para isso, foram consideradas apenas três principais processos de gestão da qualidade da cadeia de suprimentos, sugeridas por Li et al. (2020) e divididas da seguinte forma: a qualificação ou seleção do fornecedor, a gestão da qualidade diária e a avaliação ou monitoramento da performance do fornecedor, conforme Figura 3, apresentada na sessão 1.1 desse trabalho.

Considerando esses processos e as dificuldades da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos que foram identificadas ao longo da revisão sistemática da literatura e também a experiência prática na área da GQCS, é possível verificar que existe uma correlação entre eles. Dessa forma, foram analisadas cada uma dessas correlações quanto à aplicação da tecnologia *Blockchain* e elaborado o Quadro 3, identificando em qual processo está relacionado cada uma das dificuldades apontada pelos autores.

Quadro 3 – Correlação das dificuldades da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos com os principais processos da Gestão da Qualidade dos Fornecedores

Dificuldades da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos	Seleção de Fornecedores	Gestão da Qualidade Diária	Avaliação de Performance
Limitações na Inspeção de Qualidade (CHEN et. al. 2017)		X	X
Necessidade de integrar os processos das organizações com o de seus fornecedores (KAYNAK HARTLEY, 2008)		X	X
Controlar a qualidade dos materiais e serviços fornecidos utilizados por seus fornecedores (ZU e KAYNAK; 2012)		X	X
Deficiência no compartilhamento de informações, incluindo atrasos, dados assíncronos entre várias partes, inúmeras abordagens de compartilhamento, irregularidade nos mecanismos de monitoramento, fatores humanos e a possibilidade de dados compartilhados serem adulterados ou ocultados (LI et al; 2020).	X	X	X
A assimetria de informação no processo de produção (CHEN et. al. 2017)	X	X	X
Gestão de riscos associados a falhas de qualidade (ZU e KAYNAK; 2012)		X	X
Falta de controle sobre como os fornecedores alcançam a qualidade e alguns problemas ocultos podem não ser detectados durante a inspeção (ZU e KAYNAK; 2012)		X	X
O custo de testes de qualidade e limitações técnicas (CHEN et. al. 2017)		X	X
Auditoria documental realizada manualmente, podendo essas ser afetadas pela subjetividade humana (LI et. al 2020).	X		X

Fonte: Autoria Própria (2022)

Além desses desafios, as práticas tradicionais de GQCS para o controle dos materiais e peças fornecidas são baseadas em resultados como inspeção e regulamentos, o que não é sustentável por si só e, além de não ser eficaz ao longo prazo.

O emprego dessas práticas é disposto nos contratos de compras, nos quais requisitos de qualidade explícitos para os fornecedores preveem penalidades pela má qualidade, que podem afetar as políticas operacionais, comerciais e desempenho, em alguns casos até impedindo que os fornecedores participem de projetos futuros de novos produtos.

A possibilidade de utilização da *blockchain* na Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos pode ser aplicada para facilitar a implementação de diversos métodos de gestão, destacados por Choi et al (2019) e também citados nesse trabalho no capítulo 1.2.

Através dessas aplicações, a tecnologia Blockchain atuaria a partir dos registros aplicáveis a cada tipo de processo, considerando as necessidades de cada modelo de gestão, podendo essa contemplar todos os processos e atividades, ou somente um desses.

Assim, considerando as particularidades de cada um, a Gestão da Qualidade Diária também foi subdivida em três etapas (Gestão da Qualidade Interna, Gestão da Qualidade no Fornecedor e Retorno em Garantia), pois se tratam de atividades bastante distintas entre si e consequentemente formas de documentos diversificadas a serem registradas na *blockchain*, conforme exemplificado no Quadro 4.

Quadro 4 – Correlação dos processos da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos com suas atividades e respectivos documentos a serem registradas na *blockchain*

Processos	Atividade	Aplicação da Blockchain	Registros
Seleção de Fornecedores	- Coletar informações do fornecedor; - Realizar Auditoria de Documentos; - Realizar Auditoria Inloco; - Analisar as Qualificações e Certificados; - Assinar / Firmar o Contrato;	- Contratos inteligentes; - Compras éticas e transparentes na cadeia de suprimentos; - Controle de originalidade; - Gerenciamento do ciclo de vida do produto;	Relatório de auditorias, Contrato de Fornecimento e Aprovação de Fornecimento, Certificados, Formulário de auto-análise e outros documentos.
Gestão da Qualidade – fornecedor	- Garantir / controlar a qualidade de entrada; - Garantir / controlar a Qualidade do Processo; - Realizar Auditorias internas (produto e processo); - Realizar a Calibração de equipamentos de medição utilizados no processo; - Solicitação de Desvios.	- Autenticação e certificações de produto; - Controle de originalidade; - Gerenciamento do ciclo de vida do produto;	Certificado de Matéria Prima, Relatório dimensional e/ou material, Planos de Controle do Processo, Registro de Qualificação do soldador, Certificado do Produto, Certificados de Calibração dos equipamentos de medição utilizados no processo e Desvios, Plano de Ação e outros documentos de verificação de eficácia.
Gestão da Qualidade – interna	- Inspecionar as peças de Recebimento; - Aprovar as amostras de fabricação; - Registrar e gerenciar as não conformidades; - Gerenciar a documentação.	- Gerenciamento do ciclo de vida do produto;	Plano de controle, Relatório de Aprovação de amostras, Desvios, Relatório de Não Conformidades, Planos de Ação e outros documentos de verificação de eficácia.
Retorno em garantia	- Análisar as peças; - Comunicar o fornecedor e/ou outras partes interessadas pertinentes; - Elaborar relatórios;	- Divulgação de informações do produto; - Gerenciamento do ciclo de vida do produto; - Controle de originalidade;	Relatório de análise de garantia.
Avaliação de Performance do Fornecedor	- Elaborar a classificação com base no desempenho anual (ranking); - Comunicar com o fornecedor e/ou outras partes interessadas pertinentes.	- Contratos inteligentes; - Divulgação de informações do produto; - Compras éticas e transparentes na cadeia de suprimentos; - Gerenciamento do ciclo de vida do produto;	Indice de Qualidade de Fornecedor (IQF).

Fonte: Autoria Própria (2022)

Dessa forma essa proposta de modelo conceitual atuará no principal desafio identificado na revisão bibliográfica, o compartilhamento de informações, desde a escolha do fornecedor, até o seu monitoramento, passando pelos seguintes processos: Seleção de Fornecedores, Gestão da Qualidade – Fornecedores, Gestão da Qualidade – Interna, Retorno em Garantia e Avaliação de Performance de fornecedores.

SELEÇÃO DE FORNECEDORES

Esse processo se inicia com a etapa de coleta de informações iniciais para a realização da análise e desenvolvimento de novos fornecedores. A coleta de informações pode ocorrer de diversas formas, tais como: envio da documentação pelo fornecedor, preenchimento de formulários de auto-avaliação, análise de certificados, relatório de auditorias anteriores, auditorias *inloco* e auditorias documentais.

Após a validação das informações e também do fornecedor, são realizadas as negociações e o contrato de fornecimento e obrigações é firmado, o qual define quais são as regras a serem cumpridas por cada uma das partes, bem como as responsabilidades de cada parte envolvida.

Porém, a grande dificuldade das empresas compradoras além do atraso no compartilhamento desses dados, também está na credibilidade dessas informações, pois existem deficiências no compartilhamento de informações, irregularidade nos mecanismos de monitoramento, fatores humanos e a possibilidade de dados compartilhados serem adulterados ou ocultados (Li et al; 2020).

Para todo o processo de Seleção de Fornecedores a tecnologia *blockchain* poderá atuar em todas as etapas, criando o Contrato Inteligente para cada novo fornecedor e assim tendo um único local para serem feitas as trocas de informação, de forma eficiente e confiável, pois não permite a alteração dos dados. Além de possibilitar a troca de informações, envio de documentos e formulários preenchidos.

Se os Contratos Inteligentes detectarem que alguns produtos não são capazes de atender aos padrões solicitados pelos fabricantes, esses produtos são rejeitados e o pagamento será devolvido aos fabricantes automaticamente. Assim, os contratos são implantados em ambos os lados da parceria, executados automaticamente e os resultados da execução são enviados às partes interessadas de ambos os lados quando ocorrerem erros inesperados (CHEN et al. 2017).

GESTÃO DA QUALIDADE – FORNECEDORES

Após o fornecedor estar validado e com contrato firmado, esse além de promover o produto com qualidade, deve garantir a qualidade em todas as etapas de seus processos internos, a partir da utilização de um Sistema de Gestão da Qualidade.

Os registros do controle da gestão da qualidade do fornecedor incluem informações desde a obtenção das matérias-primas de entrada até a calibração dos equipamentos de medição e controle utilizados no processo.

Apesar da grande maioria dos fornecedores já contemplarem essas atividades em suas rotinas, a grande dificuldade nesse processo é a comunicação e compartilhamento dos dados junto às empresas compradoras, além da confidencialidade dessas informações.

Conforme levantado por Kaynak Hartley (2012), a dificuldade está na necessidade de integrar os processos das organizações com o de seus fornecedores, além da falta de controle sobre como os fornecedores alcançam a qualidade e ocultação de problemas.

A tecnologia *blockchain* para esse processo permitirá uma rápida comunicação, possibilitando a troca de informações de forma segura e confiável, assim para a empresa compradora será possível acompanhar todas as etapas do processo de produção, bem como os resultados e a qualidade do produto.

GESTÃO DA QUALIDADE – INTERNA

Mesmo com os dois processos anteriores acontecendo de forma robusta é muito importante que a empresa compradora também possua a sua própria gestão da qualidade em seus processos internos.

Esse processo é responsável por controlar a qualidade dos produtos que serão produzidos, avaliando todas as fases do mesmo, desde a aprovação dos componentes e matérias primas a serem utilizadas, até aprovação final. Esse processo acontece, a partir de inspeções de amostras fornecidas inicialmente, inspeções de recebimento e outros controles durante o processo de produção, dependendo de cada tipo de produto e processo.

Como resultados dessas atividades podem ocorrer detecções de não conformidades e consequentemente a necessidade de informar o fornecedor e solicitar a elaboração de planos de ações (incluindo ações imediatas e também as ações corretivas), bem como a verificação da eficácia dessas ações.

Essas atividades, especialmente a gestão de não conformdades, possuem dificuldades em relação à demora do retorno da análise das não conformidades pelo fornecedor e também no envio dos planos de ação.

Para esse processo, a *blockchain* poderá atuar junto aos prazos, com alertas e penalizações automáticas, definidos nos Contratos Inteligentes, garantindo o cumprimento dos acordos firmados inicialmente e retorno das respostas com as ações e documentações aplicáveis.

Retorno em Garantia

Quando o problema chega até o cliente e a garantia for assionada, a equipe técnica e de qualidade da empresa compradora deverá analisar a reclamação e se após a análise da ocorrência, essa for considerada procedente e a origem do problema for de responsabilidade do fornecedor, a empresa compradora deve assionar o mesmo, seguindo as mesmas etapas da detecção de uma não conformidade discutidas anteriormente. A atribuição dessas atividades possui um elevado custo, relacionado aos testes de qualidade e também limitações técnicas (CHEN et. al. 2017).

Assim como na etapa anterior, a tecnologia *blockchain* poderá propiciar os devidos cumprimentos dos acordos iniciais, quanto a não qualidade das peças, como por exemplo, a cobrança de multas, descontos em próximas compras e até mesmo a descontinuidade do fornecedor, se aplicável.

Avaliação de Performance de Fornecedores

Para garantir o cumprimento de todos os processos anteriores é importante que seja feito o monitoramento ou a avaliação da performance dos fornecedores. Esse processo apresenta o compilado dos resultados de todos os processos anteriores, consequentemente os desafios também.

O processo de avaliação de performance é utilizado como indicador de todo o processo de Gestão da Qualidade da Cadeia de Abastecimento, ele apresenta o termômetro do painel de fornecedores, podendo ser gerados *rankings* e também a partir deles serem possíveis de ser tomadas decisões, quanto à manutenção de determinados fornecedores ou necessidade de desenvolvimento de novos.

Por fim, a *blockchain* permitirá que todas as informações relacionadas à Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos estejam compiladas em único local, garantindo maior agilidade no acompanhamento do desempenho dos fornecedores e consequentemente maior facilidade nos registros dessas informações.

Para Chen at al. (2017) o *blockchain* trouxe um novo mecanismo e formas de pensar para a GQCS, o qual permite o desenvolvimento do sistema centralizado tradicional para um sistema multicêntrico ou descentralizado que permite que diferentes grupos de interesse compartilhem o poder no mesmo sistema de TI, o que por consequência melhora a qualidade dos produtos e serviços nas cadeias de suprimentos por meio de contratos.

Dessa forma, considerando o conceito de gestão de registros compartilhados e descentralizados, foi elaborado um modelo conceitual (Figura 13) o qual, além das práticas identificadas como resultados da revisão sistemática da literatura foram considerados também as melhores práticas dos dois temas de forma individual: GQCS e *Blockchain* (discutidas no Capítulo 1 desse trabalho), os principais processos da Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimento sugerida por Li et al. (2020), exemplos de registros de cada um desses e suas correlações.

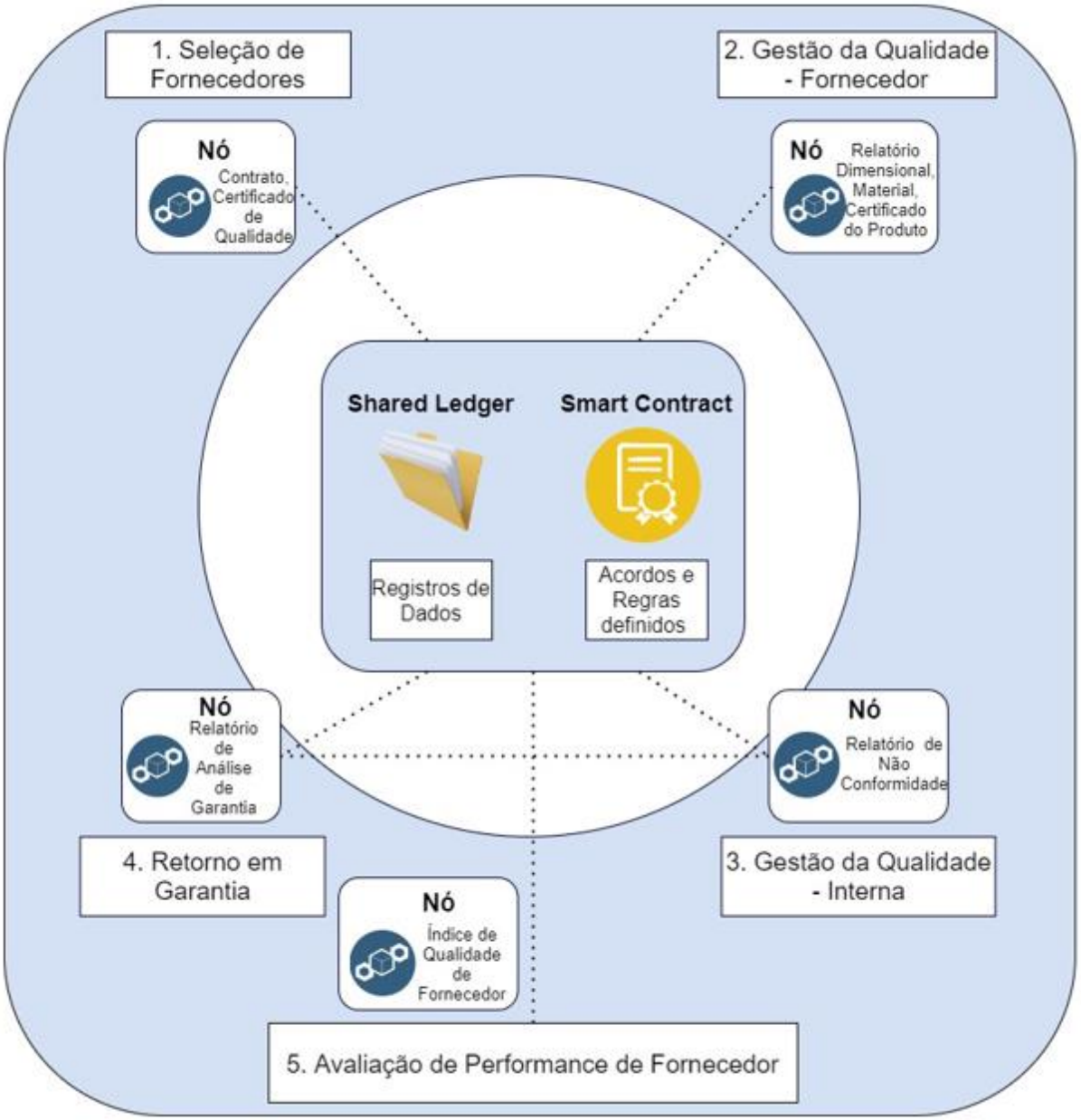


Figura 13 – Modelo Conceitual de utilização da Tecnologia *Blockchain* na Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos

Fonte: Autoria Própria (2021)

A utilização da tecnologia *blockchain* a partir da aplicação dos contratos inteligentes possui o potencial de tornar as atividades dentro das organizações mais autônomas e com menos interferência de fatores humanos, sendo que os processos acontecem dentro de uma plataforma e automaticamente, como forma de permitir que organizações e indivíduos façam e verifiquem transações sem a necessidade de uma autoridade central de controle.

Para a construção do modelo conceitual, foi considerado o compartilhamento dos dados de qualidade em tempo real, a qualidade do processo e a qualidade do produto são avaliadas em contratos inteligentes e os resultados são enviados de volta aos fornecedores,

fabricantes e varejistas de forma imediata. O que, segundo o Chen et al. 2017, possibilita que todos os fornecedores tenham acesso à análise e *feedback* dos clientes sobre os produtos para que possam decidir como fazer ajustes em sua produção.

4.2.2. *FASES DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BLOCKCHAIN PARA A GESTÃO DA QUALIDADE DA CADEIA DE SUPRIMENTOS*

A aplicação da tecnologia *blockchain* para a gestão da qualidade da cadeia de suprimentos requer grandes mudanças culturais dentro das organizações, independente da abordagem a ser adotada (produto ou processo), pois ambas apresentam desafios e dificuldades a serem melhoradas relacionadas principalmente ao compartilhamento de informações e gestão dos indicadores.

Diante desses desafios e dos benefícios e vantagens identificadas com a adoção da tecnologia *blockchain*, sugerimos as seguintes fases para a implementação da tecnologia *blockchain* para a Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos, conforme ilustrado pela Figura 14.

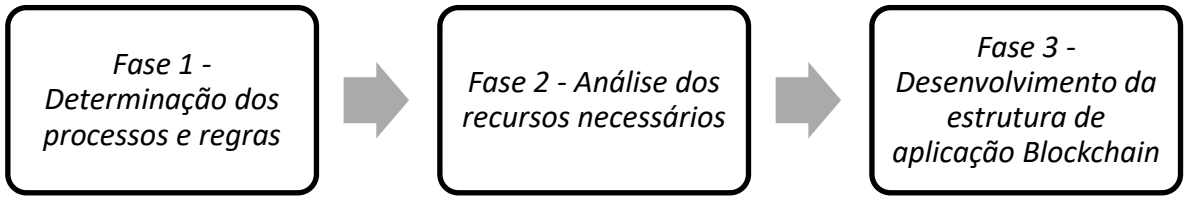


Figura 14 - Fases de aplicação da tecnologia *blockchain* para a gestão da qualidade da cadeia de suprimentos

Fonte: autoria própria (2021)

FASE 1 **- Determinação dos processos e das regras relacionadas à Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos a ser atingido aliado à tecnologia *blockchain***

Conforme afirma Gupta (2020) é possível realizar a configuração das execuções de contratos relacionados à gestão da qualidade, o qual irá realizar as execuções automaticamente.

A primeira etapa então deverá ser a definição dos processos que deverão ser controlados em relação à: Seleção de Fornecedores, Gestão da Qualidade – Fornecedores,

Gestão da Qualidade – Interna, Retorno em Garantia e Avaliação de Performance de fornecedores, podendo ser em apenas um processo ou uma única atividade de um processo ou em todos.

A partir da definição de quais processos e quais atividades a tecnologia *blockchain* será empregada, deverá ser definido também qual o documento deverá ser registrado na *blockchain*, como por exemplo: Gestão da Qualidade – Interna (processo), Inspeção de Recebimento (atividade), Relatório Dimensional ou Relatório de Não Conformidades (registros).

Em seguida, também deverão ser definidas as regras e consequentemente as métricas e/ou indicadores que serão utilizados bem como o objetivo esperado. Dando continuidade ao exemplo anterior, teria-se a qualidade do produto (fator), número de peças não conformes no recebimento (indicador) e zero defeito (objetivo esperado).

Nessa etapa deverão ser definidos quais serão os benefícios e penalidades pelo não cumprimento dos acordos a serem firmados e cumpridos utilizando os Smart Contracts, conforme explicado no Capítulo 2 desse trabalho, os quais serão executados de forma automáticas baseado na tecnologia *blockchain*.

Também deverão ser levados em consideração conforme alertado por Li et al. (2017) os objetivos de cada organização com a implementação da tecnologia *blockchain* para a GQCS, pois diversas vezes esses objetivos são diferentes e às vezes conflitantes.

FASE 2 – Análise e determinação dos recursos necessários

Com as definições dos processos, atividades, registros e as regras as serem utilizadas, é apropriado que seja realizada a anáise de quais recursos serão necessários (internos e/ou externos) para iniciar a implementação da tecnlogoia *blockchain*.

Conforme indicado por Gupta (2020) deverá ser analisado se existem recursos internos com conhecimento técnico para a realização da implementação do projeto na área de programação (TI) ou se será necessário buscar parceiros de serviço especializado. Após essa definição, deverá ser avaliada a disponibilidade de recursos e se necessário à aprovação de verbas extras.

Com base nos recuros e nas regras, deverá ser definida a plataforma a ser utilizada. Conforme afirma Gupta (2020), essa escolha deverá levar em consideração as necessidades

do negócio e assim ser analisado a que melhor ser adapte ao seu objetivo, dentre as plataformas disponíveis e exemplificadas no Capítulo 2 desse trabalho.

Li et al. (2017) também realiza uma analise da arquitetura utilizada pelo Hyperledger e sugere a mesma como adequada para a GQCS, pois além de ser mais rápido e robusto, ele permite que os dados compartilhados sejam mantidos de forma segura e preservados apenas aos interessados, porém requer que todos os participantes utilizem do mesmo padrão de Smart Contract, além de requerer uma experiência considerável para sua programação.

FASE 3 - Desenvolvimento da estrutura de aplicação *Blockchain*

A próxima etapa é extramente técnica, na qual deverá ser executado o desenvolvimento da estrutura de aplicação *Blockchain*, incluindo todo o processo de programação e codificação.

Segundo Braga (2017) essas aplicações *blockchain* comumente são definidas em cinco módulos:

a. o primeiro deles a partir do cliente (geralmente associado a aplicativos móveis e interfaces web);
b. o segundo através da aplicação servidora com regras de negócio e dados armazenados fora da *blockchain* (plataformas de *softwares* tradicionais e base de dados comuns)
c. o terceiro utilizando da camada API de integração entre a aplicação servidora e a aplicação blockcahin
d. o quarto que manipula a ledgers distribuída e;
e. o último módulo, formado pelos contratos inteligentes, exemplificado na Figura 15.

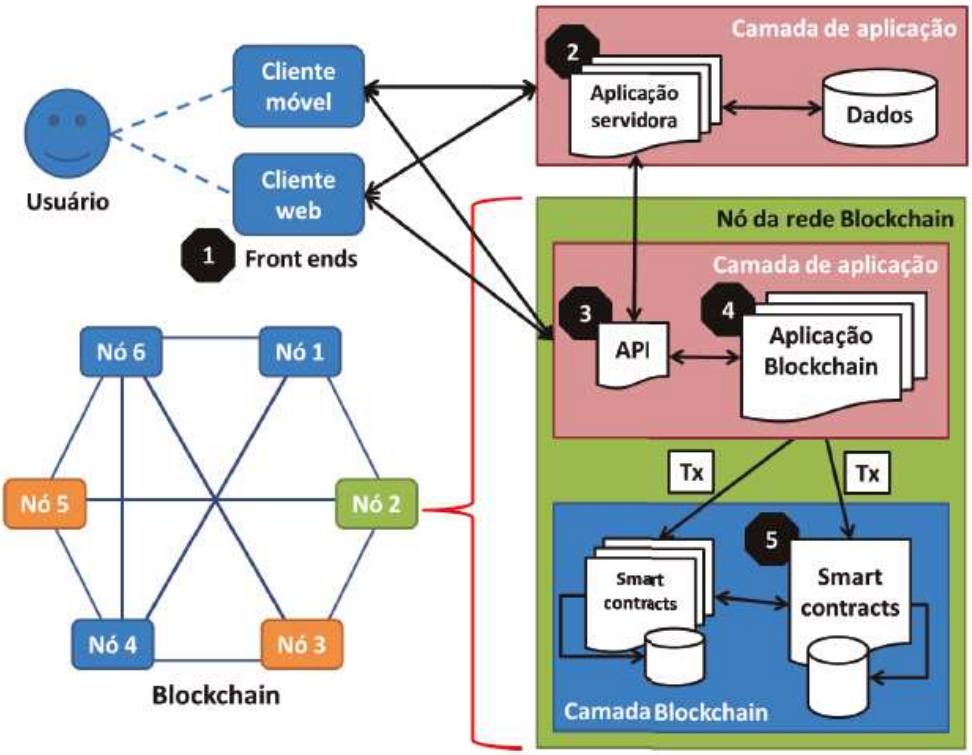


Figura 15 - Estrutura de uma aplicação *Blockchain*

Fonte: Braga (2017), página 15

A definição de cada um desses módulos, bem como suas integrações, serão responsáveis por garantir a aplicabilidade da tecnologia *blockchain* na Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos.

Além das defenções, também existem diversas decisões de projeto para aplicações *blockchain* a serem tomadas nessa etapa, tais como: tamanho do bloco, transações fora da *blockchain*, tamanho das transações, quantas assinaturas por transação, protocolo P2P escalável e mecanismo de consenso (BRAGA, 2017).

Por ser uma tecnologia ainda em estudo e que tem passado por diversos aprimoramentos constantemente, mesmo após a implementação dessas três fases, as mesmas deverão ser reanalisadas periodicamente, além de ser necessária a realização de testes para a validação de toda a estrutura de aplicação *blockchain* e treinamentos a todos os atores envolvidos para a correta utilização das ferramentas a serem disponibilizadas.

Considerando todas as principais etapas da Gestão da Qualidade dos Fornecedores sugerida por Li et al. (2020), as rotinas da área da Gestão da Qualidade dos Fornecedores

aplicada nas principais multinacionais, o desenvolvimento do modelo conceitual contempla todos os processos e todas as suas atividades para obtenção de informações do produto e de seus processos, desde a escolha do fornecedor, até o seu monitoramento, unindo as melhores práticas identificadas na literatura e também o que vem sendo aplicado nas organizações e fornece uma base teórica para estruturar a implementação da tecnologia *blockchain*.

4.2.3. LACUNAS NA LITERATURA

Blockchain é uma tecnologia que, por muitas vezes, ainda tem se mostrado mais teórica do que prática, sendo essa a principal lacuna identificada, a distância entre a teoria e a prática, que faz com que essa tecnologia ainda não seja totalmente entendida e praticada, mesmo sendo bastante promissora e tendo um grande campo de oportunidades para a inovação e aplicação desta tecnologia em diversas áreas.

Outra dificuldade da implementação e dos estudos relacionados à tecnologia *blockchain* está relacionada à diversidade de plataformas e ainda na imaturidade dessas que ainda estão sendo testadas e aprimoradas, o que não demonstra um único caminho ou solução a ser seguida.

Conforme Braga (2017) as plataformas que estão mais avançadas com seus estudos e práticas, como a Ethereum, possuem maior estabilidade, estão bem documentadas e sua segurança também tem sido mais estudada, por serem mais conhecidas e utilizadas, o que as tornam mais expostas a ataques, quando comparada a plataformas mais novas, como a Hyperledger que ainda apresentam certa instabilidade, estudos e documentações dispersas e poucos exemplos de utilização com código fonte disponível.

A expectativa em relação ao futuro da tecnologia *blockchain* para diversas soluções, comunidades acadêmicas e governos, tem sido grande (BRAGA, 2017). Em relação a sua aplicação nas organizações e para temas relacionados à Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos a lacuna é ainda maior, apesar de ter se mostrado uma solução viável para vários desafios relacionados a GQCS, os estudos se mantiveram empíricos e sem aplicações práticas. Por essa razão, para dar continuidade à pesquisa sugere-se que sejam desenvolvidos trabalhos práticos.

CONCLUSÃO

Neste trabalho realizou-se a análise das formas de aplicação da tecnologia *blockchain* na Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos com o objetivo de garantir a confiança nas informações compartilhadas, a partir da identificação dos principais desafios (problemas e oportunidades) da GQCS, da análise das aplicações atuais da blockchain na cadeia de suprimentos, e dos principais benefícios da aplicação da tecnologia blockchain na GQCS, além do levantar de boas práticas empresariais da aplicação da tecnologia blockchain na GQCS, tendo como resultado o desenvolvimento de um modelo conceitual para a aplicação da tecnologia blockchain na GQCS.

Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica tradicional em duas etapas, sendo que a primeira delas sobre os desafios da área de Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos presentes em diferentes organizações. Assim, foram levantados o seguinte desafio principal: compartilhamento de informações. A segunda etapa foi à análise da aplicação da tecnologia *blockchain* em setores diferentes do setor financeiro que é a sua principal aplicação e de onde originou a tecnologia, apresentando diversos casos na aplicação em organizações e os seus benefícios.

Para então entender melhor as áreas e como a tecnologia *blockchain* pode ser aplicada a Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, foi realizada a revisão sistemática da literatura, a qual proporcionou a identificação de lacunas nos processos da Gestão da Qualidade da Cadeia de Suprimentos que permitem a inclusão da tecnologia *blockchain* possibilitando melhorias no principal desafio, explorando os cinco processos seguintes da cadeia de abastecimento: seleção de fornecedores, gestão da qualidade – fornecedores, gestão da qualidade – interna, retorno em garantia e avaliação de performance.

A partir desses dados, o presente trabalho apresentou um modelo conceitual da utilização da Tecnologia *Blockchain* na Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, incluindo quais seriam os principais processos, atividades e registros a serem controlados, a partir das melhores práticas e as principais fases de implementação desse modelo.

Esse trabalho, contudo, limitou-se a um estudo teórico e na produção bibliográfica em língua Portuguesa e Inglesa nas bases de dados: Periódico Capes, Scopus e Web of Science. Além disso, o trabalho também focou em apenas três etapas principais da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, dando foco então na Cadeia de Abastecimento e as

respectivas interfaces com a gestão da qualidade, porém sendo esses processos importantes para diversos tipos de organizações, sendo elas de produto ou serviços.

Dessa forma, como trabalhos futuros sugerem-se o estudo da implantação das fases de aplicação propostas nas organizações e a aplicação do modelo conceitual apresentado como proposta de utilização da tecnologia *Blockchain* nas etapas principais da Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos, de forma completa ou individual, em cada um dos processos ou atividades integradas dentro da *blockchain*, a fim de identificar quais são na prática os benefícios dessa aplicação. Também sugere-se a ampliação dos idiomas dos materais pesquisados e outras bases de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9001:2015: **Sistemas de gestão da qualidade - requisitos**. Rio de Janeiro, 2015.

AZIZI, R. et al. **The Impact of Knowledge Management Practices on Supply Chain Quality Management and Competitive Advantages**. Management and Production Engineering Review, v. 7, n. 1, p. 4–12, 1 mar. 2016.

BRAGA, Alexandre Melo. **Tecnologia *Blockchain*: fundamentos, tecnologias de segurança e desenvolvimento de software**. CPQD, 2017.

CHEN, S. et al. **A Blockchain-based Supply Chain Quality Management Framework**. The Fourteenth IEEE International Conference on e-Business Engineering. 2017

CHOI TSAN-MING; XIN W.; XUTING S.; SAI-HO C. **The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the *blockchain* technology era.** Journal Transportation reserch part E, 2019.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JÚNIOR, José Antonio Valle. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia.** Porto Alegre: Bookman, 2015.

FIGORILLI, S. et al. **A *blockchain* implementation prototype for the electronic open source traceability of wood along the whole supply chain**. Sensors (Switzerland), v. 18, n. 9, 2018.

FERNANDES, A. C. et al. **Supply chain management and quality management integration: a conceptual model proposal.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 34, n. 1, p. 53-67, 2017.

FORMIGONI, FILHO, José Reynaldo; BRAGA, Alexandre Mello; LEAL, Rodrigo Lima Verde. **Tecnologia *Blockchain*: uma visão geral.** CPQD, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GOHR, C. F.; FAUSTINO, C. DE A. **Gestão da Qualidade na Cadeia de Suprimentos**. Revista Pretexto, v. 18, n. 4, p. 33–56, 18 mar. 2018.

GREEN, K. et al. **Comprehensive supply chain management model.** Supply Chain Management: An International Journal. 2019.

GUPTA, et al. **Systematic Review of the Literature: Best practice.** 2018.

GUPTA M. ***Blockchain* for dummies.** 3rd IBM Limited Edition. 2020.

IBM. **Vantagens da *Blockchain***. <https://www.ibm.com/br-pt/topics/what-is-*blockchain*> Acessado e: 13.06.2021

JACHIMCZYK, B.; et al. **IoT-based Dairy Supply Chain – Na Ontological Approach.** Elektronika ir elektrotechnika. 2021.

JRAISAT, L. E.; SAWALHA, I. H.; **Quality control and supply chain management: a contextual perspective and a case study**. Supply Chain Management. v. 18, n. 2, p. 194-207, 2013.

KAYNAK, H.; HARTLEY, J. L. **A replication and extension of quality management into the supply chain**. Journal of Operations Management, v. 26, n. 4, p. 468–489, jul. 2008.

KUEI, C, MADU CN, LIN. **The relationship between supply chain quality management practices and organizational performance**. Int J Qual Reliab Manage 18:864–872. 2001.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica** – 7. ed. – São Paulo: Atlas, 2017.

LI, J. et al. ***Blockchain*** **for supply chain quality management: challenges and opportunities in context of open manufacturing and industrial internet of things**. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v. 33, n. 12, p. 1321–1355, 1 dez. 2020.

LIN, C.; KUEI, C.; CHAI, K. **Identifying critical enablers and pathways to high performance supply chain quality management.** International Journal of Operations & Production Management, v. 33, n. 3, p. 347–370, 15 fev. 2013.

MAGALHÃES, S; SOUZA, R.; **A questão do método e da metodologia: uma análise da produção acadêmica sobre professores(As) da Região Centro-Oeste/Brasil**. Educ. Real., Porto Alegre, 2012.

MAGETO, J.; LUKE, R.; **Skills frameworks: A focus on supply chains**. Journal of Transport and Supply Chain Management. 2020.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system**, 2018. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> Acesso em: 29 jan. de 2020.

NIRANJANAMURHY M. et al. **Analysis of Blockchain technology: pros, cons and SWOT.** Cluster Computing. 2019.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade - Teoria e Prática**. 4th edição. Grupo GEN, 2019.

PALADINI, E. P. **Gestão e Avaliação da Qualidade – Uma Abordagem Estratégica**. São Paulo: Atlas, 2019.

QUANG, H. T. et al. **An extensive structural model of supply chain quality management and firm performance.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 33, n. 4, p. 444–464, 4 abr. 2016.

ROBINSON, C. J.; MALHOTRA, M. K. **Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice**. International Journal of Production Economics, v. 96, n. 3, p. 315–337, jun. 2005.

SHAH, D. et al. **The path to customer centricity. Journal of Service Research**, v. 9, n. 2, p. 113–124, 2006.

WANG Y. et al. **Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda**. Supply Chain Management: An International Journal. 2019.

WEBSTER, Jane. WATSON Richard T. **Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review.** Canada and U.S.A. 2002.

ZAGHA, R. R. **Gestão da qualidade em cadeias de suprimentos do segmento de motores de motores de automóveis.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

ZENG, J.; PHAN, C. A.; MATSUI, Y. **Supply chain quality management practices and performance: An empirical study.** Operations Management Research, v. 6, n. 1–2, p. 19–31, jun. 2013.

ZU, X.; KAYNAK, H. **An agency theory perspective on supply chain quality management**. International Journal of Operations & Production Management, v. 32, n. 4, p. 423–446, 16 mar. 2012.